Ueber

den

Habitus der Coniferen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

hohen naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt

von

Arthur H. Burtt
aus Darlington, England.

Tübingen 1899
Verlag von Franz Pietzcker.

Ueber

den

Habitus der Coniferen.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

hohen naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen

vorgelegt

von

Arthur H. Burtt
aus Darlington, England.

ACAD.
LUGD.BAT.
BIBL.

Tübingen 1899
Verlag von Franz Pietzcker.

Von der Fakultät angenommen am 9. März 1899.

BUCHDRUCKEREI G. SCHNÜRLEN IN TÜBINGEN.

Meiner lieben Mutter

in Dankbarkeit zugeeignet

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552310_0026

Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Hermann Vöchting, auf dessen Veranlassung und unter dessen liebenswürdiger Leitung vorliegende Arbeit entstand, für das Wohlwollen und das Interesse, welches er meinen Studien entgegenbrachte, an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Herrn Professor Dr. Tuisko von Lorey bin ich ebenfalls zu warmem Danke verpflichtet für die gütige Erlaubnis, in der Universitäts-Versuchsanstalt in Tübingen die für meine Arbeit erforderlichen Versuche und Messungen vornehmen zu dürfen.

Einleitung.

Die Coniferen gewähren dem Auge einen Reichtum von Habitus-Bildern, wie ihn vielleicht keine zweite Pflanzenfamilie aufweist. Auf der einen Seite sehen wir monocormische [1]) Gestalten von streng geschlossenem Wuchs, wie *Araucaria excelsa*. Hier ist die Hauptaxe besetzt mit Stengelgliedern von bilateralem Bau, die in Quirlen stehen und jährlich in annähernd konstanter Zahl gebildet werden. Die innere Differenzierung zwischen Hauptaxe und Seitengliedern geht hier bekanntlich so weit, dass die letzteren, wenn die Hauptaxe entfernt wird, sich nicht erheben und diese ersetzen können. [2])

Auf der anderen Seite gewahren wir niedrige, strauchartige, polycormische Formen von unregelmässigem Umriss, wie *Juniperus Sabina*, u. A.

Zwischen diesen beiden Formen findet sich eine Fülle eigentümlicher Gestalten, von welchen hier zunächst nur auf folgende hingewiesen sein mag.

An die Formen, wie sie die genannte *Araucaria* darbietet, lehnen sich unsre Rot- und Weisstannen an; zwar minder streng gegliedert wie die erstere, bewahren sie doch noch die geschlossene Form. Auch sie bilden Quirle von bilateralen Seitengliedern, zwischen welche aber kürzere die Zwischenräume füllende Sprosse eingeschaltet werden. Der innere Unterschied zwischen Hauptaxe und Seitengliedern ist hier minder gross als bei *Araucaria excelsa*. Nach Entfernung der Hauptaxe vermag einer der bilateralen Seitensprosse, und zwar in der Mehrzahl von Fällen der, der unmittelbar neben der betreffenden Hauptaxe entstanden ist, sich zu erheben, multilateral zu werden und den früheren Mitteltrieb zu ersetzen.

1) Vöchting, Dr. H., „Organbildung im Pflanzenreich“ Bd. II, Einleitung.
2) von Mohl, „Vermischte botanische Schriften“. Tübingen 1846.

Ebenfalls monocormisch, aber von anderer Gliederung sind Formen wie *Chamaecyparis Lawsoniana.* Bei ihnen ist die Hauptaxe der Anlage nach bilateral wie die Seitenglieder. Wenn dennoch die letzteren in der älteren Region rings um den Stamm verteilt sind, so beruht dies in Wirklichkeit auf einer Torsion der Axe, die diese nachträglich erfährt.[1])

Unter den polycormischen Formen fallen vor allem die Arten auf, welche geschlossene eiförmige oder cylindrische, lediglich aus bilateral gebauten Gliedern zusammengesetzte Gestalten aufweisen wie *Biota orientalis var. aurea; var. elegantissima* u. A. Der Umriss der ganzen Gestalt ist oft so regelmässig wie der einer monocormischen, während die innere Gliederung durchaus abweichend ist.

Eine besondere Stellung nehmen die polycormischen Formen von starr cylindrischem Umriss ein, die „Pyramiden-Formen“ wie *Taxus baccata var. fastigiata.* Hier haben alle Glieder radiären Bau und nehmen infolge ihres starken negativen Geotropismus eine senkrechte Stellung ein.

Diesen gegenüber endlich stehen die sogenannten „Trauerformen,“ wie solche die künstliche Züchtung auch unter den Coniferen hervorgebracht hat, und die mit Eigenschaften ausgerüstet sind, wie man sie an der Hängebuche und Bäumen ähnlicher Gestaltung wahrnehmen kann.

In der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, das Habitus-Bild einiger Formen, besonders monocormischer, soweit es in der Verzweigung zum Ausdruck gelangt, auf seine Bestandteile zurückzuführen; zu zeigen, welche Beziehungen zwischen den einzelnen Teilen des Systems bestehen.

Vor allem soll es sich handeln um die Winkel, welche die Axen verschiedener Ordnung mit einander bilden, und um die relative Länge der Jahreszuwachse, Dinge, die wesentlich zum Habitus-Bilde beitragen. Mancherlei Ansätze zu solchen Untersuchungen liegen in der Litteratur vor; besonders die Schrift Wigands, „Der Baum“ [2]) enthält wertvolle Angaben; manche andere findet man in den forstlichen Arbeiten.[3])

---

1) Worauf wir weiter unten näher eingehen werden.

2) Wigand. Der Baum. Braunschweig 1854.

3) Th. Hartig, Forstliche Kulturpflanzen, Berlin 1851. Weise, Wilh., Ertragstafeln für die Kiefer, Berlin 1881. Schwappach, Dr., Adam, Wachstum und Ertrag normaler Kiefernbestände, Berlin 1889. Baur, Dr., Franz, Die

Der Winkel, den die Hauptwurzel mit den Seitenwurzeln erster Ordnung bildet, ist in einer bekannten Arbeit Sachs' festgestellt[1]); und in Vöchtings Organbildung sind ähnliche Verhältnisse für das Spross-System beschrieben.[2])

Ungleich wichtiger und systematisch besser durchgeführt sind die Arbeiten auf anthropologischem Gebiet.

Vor allem hat Quételet in seiner „Anthropométrie" auf Grund einer grossen Zahl von Messungen die Proportionen zwischen den Teilen des Menschenkörpers bestimmt, und zwar nicht bloss für den ausgebildeten, sondern auch für den werdenden Körper in allen seinen Entwicklungsstufen.

Diese Arbeit kann als Muster ihrer Art bezeichnet werden. Unsere Arbeit will, wie erwähnt, einen kleinen Beitrag zum Studium einiger Coniferen in ähnlicher Richtung liefern.

Sie beschränkt sich jedoch auf den entwickelten Zustand der Bäume und lässt die ersten Jahre ihres Wachstums ausser Acht. Die Untersuchung auch auf diese Alterszustände auszudehnen, war bisher aus Mangel an geeignetem Material und auch an Zeit nicht möglich, doch hofft der Verfasser, die bestehenden Lücken in der Folge ausfüllen zu können.

Messungs-Methoden.

Zunächst möge die Art und Weise, nach der die beigefügten Messungen gemacht wurden, angegeben werden.

Längenbestimmungen zeigten die geringsten Abweichungen, wenn man ein mehrere Meter langes, in Millimeter eingeteiltes biegsames Maas gebrauchte.

Die Winkel wurden an denjenigen Teilen, deren Festigkeit eine genaue Bestimmung ermöglichte, mit einem Winkelmesser

---

Fichte, in Bezug auf Ertrag, Zuwachs und Form, Stuttgart 1876. Lorey, Dr., Tuisko, Ertragstafeln für die Weisstanne, Frankfurt a./M. 1897. Hempel und Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes, Abt. I, „Die Nadelhölzer", Wien 1893.

1) Sachs, „Über das Wachstum der Haupt- und Nebenwurzeln", Arbeiten des botanischen Instituts in Würzburg, Bd, I, S. 389, Leipzig 1874.

2) Vöchting, Dr., H., Organbildung im Pflanzenreich, Bd. I, 1878, Bd. II, Bonn, 1884.

von etwa 24 cm Durchmesser bestimmt. Das Instrument ist mit einem kleinen Lot versehen, um während der Bestimmung stets in die richtige Haltung gebracht werden zu können. In den Fällen, in welchen wegen leichter Beweglichkeit der Äste ein derartiges Verfahren nicht möglich war, ist die folgende Methode mit sehr befriedigenden Resultaten angewendet worden.

Der Ast wurde so bald wie möglich nach der Entfernung vom Baume sorgfältig auf einen Bogen lichtempfindliches Papier gelegt, und einige Sekunden in hellem Sonnenlichte kopiert. Es wurde darauf gesehen, dass der Einfallswinkel der Lichtstrahlen möglichst genau 90° betrug. Nach der erforderlichen Exponierung wurde das Schattenbild in der gewöhnlichen Weise entwickelt, mit reinem Wasser abgespült und dann getrocknet. Nach dieser Methode erhaltene Bilder sind auf Tafel I dargestellt.

Unverkennbar kann man durch diese Methode, welche Abbildungen in natürlicher Grösse liefert, nicht bloss die Winkel, sondern auch die Länge der Triebe, teilweise auch die Zahl, Anordnung und Länge der Nadeln mit Bestimmtheit abmessen.

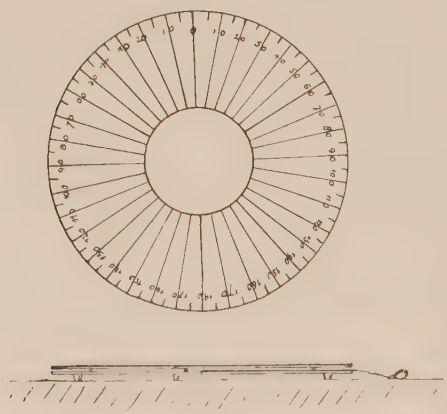


Fig. 1
Winkelmesser.

Man kann aber in dieser Weise nur solche Teile behandeln, deren Glieder sich in einer Ebene ausbilden.

Für diejenigen, die nicht flach ausgebreitet sind, wie *Taxus* und *Juniperus*, deren Winkel nach der vorbeschriebenen Methode behandelt eine Verdrehung erfahren würden, ist der folgende Winkelmesser konstruiert und benutzt worden. (Fig. 1).

Er besteht aus zwei Glasplatten, von je etwa 30 cm Durchmesser. Die obere Platte ist ganz glatt. Die untere trägt einen, im Glas eingeätzten, geteilten Kreis, in dessen Mittelpunkte ein kleines Loch sich befindet, welches mit einem genau anliegenden, aber zugleich freibeweglichen Stift versehen ist. Als Zeiger dient ein schwarzer Seidenfaden, der mit einem Ende am Stifte, mit dem anderen an einem kleinen Griffe befestigt ist.

Man legt nun das Ästchen, dessen Winkel zu bestimmen sind, auf die obere Platte und projiciert mit dem Auge das Bild desselben auf die untere, an welchen der Winkel abgelesen wird.

Je geringer der Abstand der Glasplatten, um so kleiner werden die, hauptsächlich durch die Parallaxe hervorgerufenen Messungsfehler. Eine fünfmalige Bestimmung derselben Grösse beseitigte die unvermeidlichen Fehler fast vollständig.

Wir wollen unsere Untersuchung einleiten mit der Betrachtung einer typischen monocormischen Form, und wählen als solche *Abies Nordmanniana.*[1])

Die Hauptaxe ist bekanntlich aus einer Reihe von Jahrestrieben zusammengesetzt, deren Zahl annähernd dem Alter des betreffenden Baumes entspricht.

Bei unseren etwa zwölfjährigen Exemplaren treten zehn derselben deutlich hervor, die zwei übrigen sind im Allgemeinen, entweder durch die Veränderungen, welche das Alter hervorruft, oder durch die Bedeckung der Rinde, schwer mit Genauigkeit abzugrenzen.

Infolge der eigentümlichen Verhältnisse zwischen Längen- und Dickenwachstum der monocormischen Coniferen im Allgemeinen, stellen die aufeinander folgenden Jahrestriebe die Form eines verlängerten Kegels dar, dessen Spitze nach oben, also vom Erdmittelpunkte abgewendet ist.

Der oberste Jahrestrieb entspricht stets der jüngsten Fortsetzung der Hauptaxe, und wird von dem unmittelbar nach unten befindlichen Jahrestriebe durch einen Quirl von Seitentrieben erster Ordnung abgegrenzt.

In der That stehen die Glieder dieses Quirls in Verbindung mit dem ebengenannten, unteren Jahrestriebe. Die wesentliche Grenze zwischen zwei direkt aufeinander folgenden Jahrestrieben wird durch die hinterlassenen Narben der abgefallenen Niederblätter (Knospenschuppen) bestimmt.

Die Jahrestriebe im oberen Teile der Hauptaxe besitzen ausser den erwähnten Niederblättern eine Bekleidung von grünen, spiralförmig angeordneten Laubblättern resp. Nadeln.

In der Achsel der beiden vorhandenen Blattformen, der Laubblätter und der Knospenschuppen, werden in beschränkter Zahl

1) Die betreffenden Objekte befanden sich auf einem ziemlich freien Standorte im Garten der Universitäts-Versuchs-Anstalt zu Tübingen.

neue Knospen angelegt, die später noch durch ihre verschiedene Entwicklung die Natur ihres Entstehungsortes verraten.

Unter normalen Umständen gehen nämlich aus den Achseln von meistens fünf Schuppen Seitentriebe hervor, die annähernd einen Quirl bilden und direkt unter der Terminal-Knospe stehen.

Diese Sprosse zeichnen sich durch ihre Stärke aus und grenzen die Stockwerke ab, die der Baum jährlich erzeugt.

Die den Achseln der Laubblätter entspringenden Knospen dagegen wachsen zu Sprossen aus, die kürzer bleiben und die Räume zwischen den Quirlen ausfüllen.

Wir wollen im Folgenden jene als Haupt-, diese als Nebenzweige bezeichnen.

Ausbildung der Spross-Systeme.

Unterhalb der Basis des jüngsten Jahrestriebes der Hauptaxe stehen die aus den vorjährigen Knospen hervorgegangenen Triebe dieses Jahres, die jüngsten Seitensprosse erster Ordnung. (Fig. 2 a).

Der nach unten zunächst folgende Quirl ist schon durch den Zuwachs eines Jahres bereichert; die End- und Seitenknospen der Quirläste, im vorhergehenden Jahre am Ende der damals gebildeten Seitentriebe erster Ordnung entstanden, sind ebenfalls zu Trieben ausgewachsen, und zwar die Endknospe zur Fortsetzung der betreffenden Seitentriebe erster Ordnung, die Seitenknospen zur Bildung von Seitentrieben zweiter Ordnung (vergl. Fig. 2 a und b).

Dieser Verzweigungsmodus, wie er eben angedeutet wurde, setzt sich zunächst in ähnlicher Weise fort, bis in den Teil-Systemen die Seitenglieder vierter Ordnung erreicht sind.

Sobald dieses Stadium erreicht ist, werden an den Spitzen der Triebe nur noch Endknospen hervorgebracht, deren Produkte lediglich zur Verlängerung der Glieder beitragen.

Ausser den beiden, die rechte und linke Flanke an der Seitenaxe erster Ordnung einnehmenden Sprossen, werden noch auf der Unterseite Triebe derselben Ordnung gebildet; doch entstehen sie nicht regelmässig, sondern fehlen vielmehr bei reichlicher gegliederten Spross-Systemen oft gänzlich.

Sieht man von diesen Sprossen ab, so nimmt die Zahl der auf den verschiedenen „Höhen“ [1]) der Hauptaxe befindlichen Glie-

1) Vergl. unten S. 16.

der je eines Spross-Systems von oben nach unten regelmässig zu. Rechnet man jeden Jahreszuwachs = 1, so ergeben sich für eine Reihe aufeinander folgender Seitensprosse die Zahlen:

oben 1—4—13—40—121—etc. unten.

Die Unterschiede zwischen diesen Gesamtzahlen, (vergl. hierzu die Schemata Fig. 2) ergiebt die folgende Reihe, deren Glieder einfache Kubikzahlen darstellen, nämlich:

1—3—9—27—81 etc.

wonach wir zum Schlusse kommen, dass der ganzen Gliederung dieses Typus, nach der Zahl der in verschiedenen Quirlen der Hauptaxe befindlichen Seitentriebe erster Ordnung betrachtet (= n), das Gesetz einer einfachen geometrischen Reihe zu Grunde liegt, deren Exponent 3 ist.

Fassen wir zugleich die einzelnen Jahrestriebe der Hauptaxe mit den eben beschriebenen Seitenspross-Systemen zusammen (= m), so stellen die folgenden Grössen den Verzweigungsmodus im oberen Teile unseres Objektes dar, nämlich:

Oben m + n
2 m + n
3 m + n
4 m + n
u. s. w.

Die eben angegebene Regel der Zunahme der Glie-

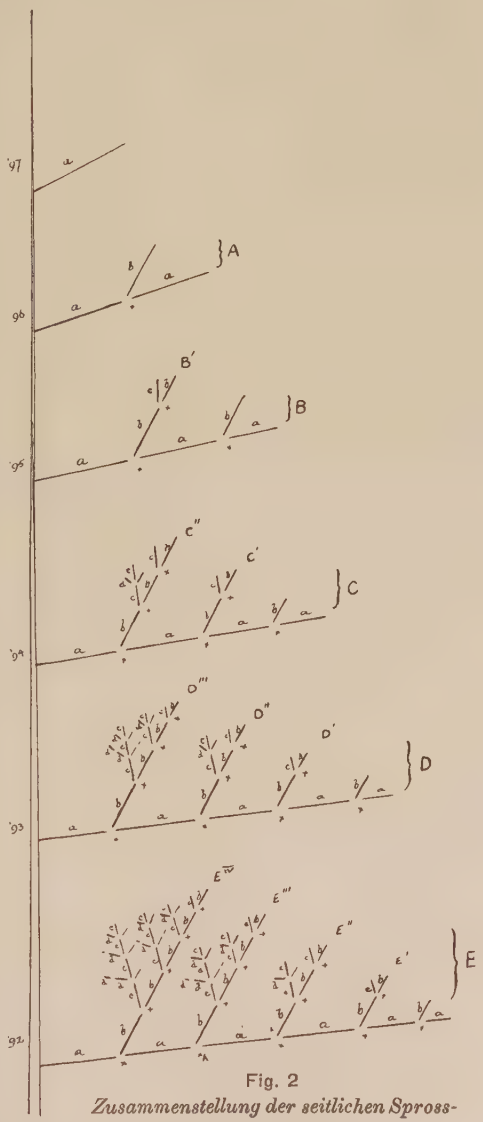


Fig. 2

Zusammenstellung der seitlichen Spross-Systeme bei den Abies-Arten.

(Die Buchstaben weisen auf die Tabellen der Längen- und Winkelmessungen.)

der im System gilt aber nur bis zu dem Stadium, in dem die Seitensprosse vierter Ordnung angelegt sind. Von da an werden keine Glieder niedriger Ordnung mehr erzeugt; alles Wachstum besteht fortan nur in Längen- und Dickenzunahme der vorhandenen Glieder.

Bei der Mehrzahl der *Abies*-Arten geht die Gliederung der Jahrestriebe verschiedener Ordnungen in ähnlicher Weise wie beim ebengeschilderten Typus vor sich. Übrigens sei noch hinzugefügt, dass bei einigen Spezies wie *Abies Cephalonica*, die den obengenannten, abwärts wachsenden Seitentrieb zweiter Ordnung stets beibehalten, welcher aber selten zur weiteren Verzweigung gelangt, dadurch das zu Grunde liegende Gliederungsgesetz etwas komplizierter wird. Sie wird nämlich durch die Reihe:

1—5—18—61 etc.

dargestellt.

Die gesetzmässige Gliederung der Hauptaxe bleibt unverändert.

Das Streckungsvermögen der Axen.

Wie oben angegeben, erzeugen die Seitenglieder von einem bestimmten Alter an keine Glieder niedrigerer Ordnung mehr, sondern verlängern sich nur noch.

Dabei zeigt sich eine gewisse Abnahme in der Länge der Triebe verschiedener Ordnungen, und zwar auch bei den verschiedenen Gliedern der einzelnen Ordnungen selbst, je nachdem diese Glieder von der Spitze des Hauptstammes mehr oder weniger weit entfernt sind.

Diese Thatsache geht am besten aus der Betrachtung der in den folgenden Tabellen beigefügten Messungen hervor.

Längenmessungen von Abies Nordmanniana.

Tabelle I.

Abies Nordmanniana *Spach.* 12jährige Exemplare.

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe I. Ordnung (vergl. Schema Fig. 2a).

Jahr	Durchschnittl. jährlicher Zuwachs an der Hauptaxe cm	Durchschnittlicher jährlicher Zuwachs der einzelnen Glieder der Seitentriebe I. Ordnung cm								Durchschnittl. Länge der Seitentriebe I. Ordnung	
1897	37,5	21,29								21,29	
1896	37,0	21,31	18,33							39,64	
1895	35,1	21,96	19,01	16,58						57,55	
1894	34,83	20,31	17,98	15,99	14,53					68,81	
1893	26,1	17,96	17,04	14,83	13,54	12,16				75,53	β [Seite17]
1892	20,8	18,33	16,42	15,42	13,75	12,42	10,67			87,01	
1891	16,8	16,00	16,25	14,50	12,75	12,00	11,00	9,75		92,25	α [Seite17]
1890	16,0										
1889	14,0	[Jahr '91	'92	'93	'94	'95	'96	'97]			
1888											
1887	20,0										
1886											

258,13 cm durchschnittliche Gesamthöhe.

Tabelle II.

Abies Nordmanniana *Spach.* 12jährige Exemplare.

Seitentriebe II. Ordnung (vergl. Schema Fig. 2b.)

Mutteraxe (Seitentriebe I. Ordnung) vergl. Tabelle I	Durchschnittlicher jährlicher Zuwachs der einzelnen Glieder der Seitentriebe II. Ordnung cm				Durchschnittliche Gesamtlänge der einzelnen Seitentriebe II. Ordnung cm	Vergl. Tabelle III
	1894	1895	1896	1897		
A. (Höhe 1896)				12,00	12,00	
				12,25	12,25	
B. (Höhe 1895)			13,75	10,125	23,875	B′
				10,00	10,00	
C. (Höhe 1894)			12,135	10,00	22,125	C′
		12,75	11,00	9,00	32,75	C″
				9,25	9,25	
			9,925	8,50	18,425	D′
D. (Höhe 1893)		10,75	8,125	7,75	26,625	D″
	12,25	10,33	7,50	6,625	36,705	D‴

Tabelle III.

Abies Nordmanniana *Spach.* 12jährige Exemplare.

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe III. Ordnung (vergl. Schema Fig. 2c).

Mutteraxe (Seitentriebe II. Ordnung) vergl. Tabelle II	Durchschnittliche Länge des jährlichen Zuwachses der Seitentriebe III. Ordnung cm			Durchschnittliche Gesamtlänge der einzelnen Triebe III. Ordnung cm
	1895	1896	1897	
B′ (Höhe 1895)			6,75	6,75
C′ (Höhe 1894)			8,00	8,00
C″ (Höhe 1894)			3,75	3,75
		7,75	6,25	14,00
D′ (Höhe 1893)			7,0	7,00
D″ (Höhe 1893)			3,50	3,50
		7,75	6,125	13,875
D‴ (Höhe 1893)			3,00	3,00
		4,50	3,00	7,50
	7,50	6,125	5,50	18,125

Erklärung der Tabellen:

Die Zahlen der ersten Reihen (Tab. I) bezeichnen die aufeinander folgenden Jahre, bezw. die Triebe der Hauptaxe, welche in diesen gebildet wurden.

Die in den einzelnen Jahren je gleichzeitig gebildeten Seitentriebe erster Ordnung sind durch Schrägzeilen verbunden; die an den einzelnen Gliedern des Mitteltriebes gebildeten Seitentriebe durch Querzeilen.

Das Wort „Höhe," welches bei den Messungen der Seitentriebe zweiter, dritter, u. s. w. Ordnung gebraucht ist, bedeutet das Quirlniveau an der Hauptaxe, wo die entsprechenden Seitentriebe **erster Ordnung** angefügt sind.

Sämtliche Zahlen stellen das Mittel aus den an je 10 Exemplaren vorgenommenen Messungen dar.

Die Bestimmungen wurden an den ältesten Baumteilen nicht ausgeführt, da dort Verletzungen vorgekommen waren.

Das Mittel aus der Gesamthöhe der 10 Exemplare ist unten angegeben.

Betrachten wir zunächst den Verlauf des Wachstums der Hauptaxe, so ergiebt ein Blick auf die Tabelle, dass vom 6. bis 12. Jahre eine regelmässige Zunahme des jährlich gebildeten Triebes stattfindet. Die Zunahme ist selbstverständlich keine ganz regelmässige, denn sie hängt neben den inneren Ursachen (Alter u.s.w.) auch vor allem von äusseren, den Witterungsverhältnissen des betreffenden Jahres ab.

Über das Höhenwachstum der Hauptaxe unserer einheimischen Coniferen sind ja ausgedehnte Untersuchungen in den Ertragstafeln der Tanne, Fichte, Kiefer u. s. f. niedergelegt.[1]) Die auf Tafel II gezogenen Kurven mögen vielleicht zur Darstellung dieses Wachstums bei Tannen, Fichten u. a. Arten dienen.

Dem gegenüber ist hervorzuheben, dass die Neubildungen der verschiedenen Seitenaxen im einzelnen Jahre in der Regel an Länge allmählich abnehmen.

Beispielsweise ergab ein im Jahre 1891 entstandener Seitentrieb erster Ordnung folgende Werte: (Vergl. hierzu Tabelle I der Längenmessungen bei α.).

Hauptaxe ///	16,00	16,25	14,50	12,75	12,00	11,00	9,75
Unterschied		+0,25	—1,75	—1,75	—0,75	—1,00	—1,25

Ein an der Höhe 1893 der Hauptaxe befindlicher Seitentrieb erster Ordnung, dessen einzelne Teile folgende Messungen ergaben, besass vier Reihen von Seitentrieben zweiter Ordnung, welche die folgenden Längen aufwiesen: (Tabelle I β. II D).

Hauptaxe ////	17,96	17,04	14,83	13,54	12,16
	12,25	10,33	7,5	6,625	
	10,75	8,125	7,75		
	9,975	8,5			
	9,25				

[vergl. Schema S. 13.]

Dasselbe Verhalten tritt uns bei den Seitentrieben höherer Ordnung entgegen.

Auch die in einer und derselben Wachstumsperiode gebildeten Fortsetzungen der einzelnen Ordnungen von Seitentrieben nehmen von der Spitze zur Basis des entsprechenden Muttertriebes des Systems in der Länge allmählich ab.

---

1) Th. Hartig l.c., Weise, Wilh. l.c., Schwappach, Dr., Adam l.c., Baur, Dr., Franz l. c., Lorey, Dr., Tuisko l. c.

Zum Beispiel, die im Jahre 1897 gebildeten Fortsetzungen der Seitentriebe erster Ordnung, ergaben folgende Messungen:

Spitze der Hauptaxe (Mutteraxe des Systems)

21,29 cm.
18,33
16,58
14,53
12,16
10,67
9,75
Basis.

Die in demselben Jahre gebildeten Fortsetzungen der Seitentriebe zweiter Ordnung ergaben folgende Messungen:

Spitze des Seitentriebs I. Ord. (Mutteraxe des Systems) an der Höhe 1893 der Hauptaxe entstanden.

9,25 cm.
8,5
7,75
6,625

Die ebenfalls im Jahre 1897 gebildeten Fortsetzungen der Seitentriebe dritter Ordnung zeigten folgende Längen:

Spitze des Seitentriebs II. Ord. (Mutteraxe des Systems) an der Basis des Seitentriebs I. Ord. der an der Höhe 1893 der Hauptaxe entstanden ist.

5,5 cm.
3,0
3,0

und dergl. mehr.

Vergleicht man diese mit den oben gegebenen Beispielen, so fällt es alsbald in die Augen, dass die Unterschiede zwischen den Längen der Fortsetzungen der Triebe gleicher Ordnungen, die in einem gewissen Jahre die Zahl der Glieder der einzelnen Systeme, bis zu einer schon früher angedeuteten Grenze, vermehren, viel konstanter sind als die zwischen den Längen der im Lauf der Jahre aneinander folgenden Teile der einzelnen Ordnungen je eines Systems.

Die Ursachen derselben liegen natürlich darin, dass die ersteren unter gleichen Umständen entwickelt sind, was bei den letzteren selbstverständlich nicht der Fall ist, sondern sie stellen ungefähr das Bild der wechselnden Wachstumsverhältnisse dar, welche während einer grösseren oder geringeren Anzahl von Jahren stattgefunden haben. [1])

1) Cf. Wigand, „Der Baum“, Einleitung.

Das Verhalten, wie wir es eben eingehender bei *A. Nordmanniana* geschildert haben, finden wir auch bei den übrigen untersuchten monocormischen Arten.[1])

Fassen wir die Resultate unsrer bisherigen Beobachtungen zusammen, so ergeben sich die folgenden Schlüsse:

1°. Die einzelnen Glieder eines Spross-Systems nehmen in der Länge allmählich ab, je weiter der relative Ort derselben von der Spitze der Mutteraxe des betreffenden Systems entfernt ist. So nimmt der jährliche Zuwachs aller Seitenaxen erster Ordnung mit ihrem Abstande vom Scheitel der Hauptaxe ab; und dasselbe gilt wieder für die Glieder jeder folgenden Ordnung.

2°. Die Differenz des Längenwachstums der Glieder verschiedener Ordnungen wird um so geringer, je weiter der relative Ort der Glieder von der Spitze der Hauptaxe entfernt ist.

3°. Die Fähigkeit eines monocormischen Baumes zur Erzeugung von neuen Bildungen kommt am kräftigsten zum Ausdruck an der Spitze der Hauptaxe; und der Ausdruck dieser Fähigkeit wird um so schwächer, je weiter entfernt die betreffende Axe von der Spitze der Hauptaxe entstanden ist.

Es ist übrigens noch zu bemerken, dass diese Schlüsse keine unbedingte Geltung für das ganze Leben des betreffenden Baumes haben. Sie bewahrheiten sich vielmehr nur bis zur Zeit der Culmination des Höhenwachstums der Hauptaxe. Nach dieser Periode treten andere Verhältnisse auf, welche mit der Umbildung von dem monocormischen zu dem polycormischen Habitus, wie sie bei manchen Arten, z. B. von *Pinus*, *Cedrus* etc., später eintritt, im Zusammenhang stehen, worauf wir noch weiter unten zurückkommen werden.

Von den oben erwähnten Gesetzmässigkeiten bieten in einigen Beziehungen gewisse Arten in ihrem Verhalten eine Ausnahme.

Diese wie z. B. *Araucaria* sp. und *Dammara* werden ebenfalls weiter unten eine nähere Besprechung erfahren.

Betrachten wir die oben angegebenen Messungen noch aus einem weiteren Gesichtspunkte, so werden wir gewahr, dass in Bezug auf die in der gleichen Periode entwickelten Glieder ein ziemlich konstantes Verhältnis zwischen den verschiedenen Ordnungen herrscht.

---

1) Vergl. Tabellen: Längenmessungen von *Picea*, *Larix* u. A.

Die durchschnittliche Zunahme z. B. in der Länge der verschiedenen Axen, die sich im Jahre 1897 entwickelten, ergab die folgenden Werte:

Hauptaxe		Seitentriebe I. Ord.		Seitentriebe II. Ord.		Seitentriebe III. Ord.	Verhältnis
cm.		cm.		cm.		cm.	
37,50	:	21,29		—		—	= 1,76 : 1
		21,29	:	12,00		—	= 1,77 : 1
				12,00	:	6,75	= 1,77 : 1

Die Existenz analoger Wachstumsverhältnisse lässt sich gleicherweise bei den meisten anderen Arten erkennen; diese zusammen mit den obengeschilderten Erscheinungen der Abnahme der Glieder sind als Ursachen der bekannten Zuspitzung der verschiedenen Spross-Systeme zu betrachten, ein Kennzeichen des Habitus, in welchem die *Abies*-Arten keiner Conifere nachstehen.

Die eben mitgeteilten Zahlen berechtigen zu dem Schlusse dass, wenn man die Messungen über eine beträchtliche Anzahl von Bäumen ausdehnte, man zu einem Mittelwerte gelangen würde, der 1 : 1,77 $\pm$ x betragen würde und annähernd konstant wäre.

Tabelle IV.

Pseudotsuga Douglasii *Carrière.* Alter der Exemplare 12 Jahre.

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe I. Ordnung.

Jahr	Länge der Abschnitte an der Hauptaxe	Durchschnittliche Länge der Glieder der Seitentriebe I. Ordnung cm									Durchschnittl. Gesamtlänge der Triebe I. Ordnung. cm
1897	72,17	38,34									38,34
1896	62,61	31,21	33,68								64,89
1895	53,72	28,68	30,24	29,85							88,77
1894	48,22	26,93	26,16	23,23	24,13						100,45
1893	32,61	19,31	26,13	23,31	19,95	20,03					108,73
1892	27,50	16,96	18,10	22,38	19,76	16,98	16,51				110,69
1891	22,93	12,50	15,71	18,71	20,42	20,40	18,91	17,00			123,65
1890	22,17	11,75	12,75	15,19	18,04	19,67	18,08	16,48	15,42		127,38
1889	20,75										
1888	16,00										
87/86	14,00		'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	

392,68 cm Gesamthöhe.

Tabelle V.

Pseudotsuga Douglasii *Carrière.* Alter der Exemplare 12 Jahre.

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe II. Ordnung.

Mutteraxe (Seitentriebe I. Ordnung) vergl. Tabelle IV	Durchschnittliche Länge der einzelnen Glieder der Seitentriebe II. Ordnung cm				Durchschnittliche Gesamtlänge der Seitentriebe II. Ordnung cm	
	1894	1895	1896	1897		
A (Höhe 1896)				18,00	18,00	
B (Höhe 1895)				16,25	16,25	
			17,5	13,5	31,00	B′
C (Höhe 1894)				15,70	15,70	
			17,00	13,00	30,00	C′
		17,50	15,50	12,00	45,00	C″
D (Höhe 1893)				13,5	13,5	
			15,5	12,125	27,625	D′
		16,75	14,33	11,20	42,28	D″
	18,50	15,67	13,75	10,33	58,25	D‴

Tabelle VI.

Pseudotsuga Douglasii *Carrière.* Alter der Exemplare 12 Jahre.

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe III. Ordnung.

Mutteraxe (Seitentriebe II. Ordnung)	Durchschnittliche Länge der Glieder der Seitentriebe III. Ordnung cm			Durchschnittliche Gesamtlänge der Seitentriebe III. Ordnung cm
	1895	1896	1897	
B′ (Höhe 1896)			8,50	8,50
C′ (Höhe 1895)			8,0	8,0
C″ (Höhe 1895)			7,5	7,5
		9,0	7,0	16,0
D′ (Höhe 1894)			7,5	7,5
D″ (Höhe 1894)			7,0	7,0
		8,0	6,75	14,75
D‴ (Höhe 1894)			6,75	6,75
		7,5	6,0	13,50
	8,5	7,0	5,5	21,00

Tabelle VII.

Pseudotsuga Douglasii *Carrière.* Alter der Exemplare 12 Jahre.

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe IV. Ordnung.

Mutteraxe (Seitentriebe III. Ordnung)	Durchschnittliche Länge der Glieder der Seitentriebe IV. Ordnung cm			Durchschnittliche Gesamtlänge der Seitentriebe IV. Ordnung cm
	1895	1896	1897	
B′ (Höhe 1896)				
C′ (Höhe 1895)				
C″ (Höhe 1895)				
D′ (Höhe 1894)			×	
D″ (Höhe 1894)			4,0	4,0
		×	×	
D‴ (Höhe 1894)			4,0	4,0
		×	4,0	4,0
	×	4,0	3,67	7,67

Tabelle VIII.

Abies pectinata *DC.* Alter der Exemplare 12 Jahre.

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe I. Ordnung.

Jahr	Länge der Jahresabschn. an der Hauptaxe cm	Durchschnittliche Länge der einzelnen Glieder der Seitentriebe I. Ordnung cm								Durchschnittl. Gesamtlänge d. Triebe I. Ordng. cm
1897	58,30	34,86								34,96
1896	53,10	32,07	27,81							59,88
1895	50,86	31,17	25,55	21,70						78,42
1894	47,79	31,05	25,58	19,38	16,81					92,81
1893	37,33	25,41	24,40	22,82	18,56	15,62				106,81
1892	36,73	24,25	21,67	23,50	20,375	17,83	16,75			124,375
1891	32,33	23,25	22,33	20,33	17,67	16,41	15,25	13,33		128,570
1890	30,50									
1889	27,50	[Jahr '91	'92	'93	'94	'95	'96	'97]		
1888	20,50									
87/86	30,00									
	424,52	cm durchschnittliche Gesamthöhe.								

Tabelle IX.

Abies pectinata *DC.* Alter der Exemplare 12 Jahre.

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe II. Ordnung.

Mutteraxe (Seitentriebe I. Ordnung)	Durchschnittliche Länge der Glieder der Seitentriebe II. Ordnung cm				Durchschnittl. Gesamtlänge der Triebe II. Ordnung cm	
	1894	1895	1896	1897		
A. (Höhe 1896)				19,375	19,375	
B. (Höhe 1895)				16,25	16,25	
			18,67	16,00	34,67	B′
C. (Höhe 1894)				13,00	13,0	
			15,82	12,75	28,57	C′
		18,25	14,00	10,00	42,25	C″
D. (Höhe 1893)				12,67	12,67	
			13,56	11,25	24,81	D′
		15,59	12,75	10,00	38,34	D″
	18,21	15,00	12,50	9,25	54,96	D‴

Tabelle X.

Abies pectinata *DC.* Alter der Exemplare 12 Jahre.

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe III. Ordnung.

Mutteraxe (Seitentriebe II. Ordnung)	Durchschnittliche Länge der Glieder der Seitentriebe III. Ordnung cm			Durchschnittliche Gesamtlänge der Triebe III. Ordnung cm
	1895	1896	1897	
B′ (Höhe 1895)			10,75	10,75
C′ (Höhe 1894)			9,00	9,00
C″ (Höhe 1894)			7,00	7,00
		9,00	6,50	15,50
D′ (Höhe 1893)			8,00	8,0
D″ (Höhe 1893)			6,5	6,5
		7,5	5,5	13,0
D‴ (Höhe 1893)			6,0	6,0
		6,5	4,0	10,5
	8,0	5,5	4,0	17,5

Tabelle XI.

Abies pectinata *DC.* Alter der Exemplare 12 Jahre.

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe IV. Ordnung.

Mutteraxe (Seitentriebe III. Ordnung)	Durchschnittliche Länge der Glieder der Seitentriebe IV. Ordnung cm			Durchschnittliche Gesamtlänge der Triebe IV. Ordnung cm
	1895	1896	1897	
C′ (Höhe 1894)			×	—
C″ (Höhe 1894)			×	—
		×	5,0	5,0
D′ (Höhe 1893)			×	—
D″ (Höhe 1893)			×	—
		×	4,0	4,0
D‴ (Höhe 1893)			×	—
		×	×	—
	×	4,0	×	4,0

Tabelle XII.

Pinus Strobus *Linnaeus.*

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe I. Ordnung.

Jahr	Länge der Abschnitte an der Hauptaxe	Länge der einzelnen Glieder der Seitentriebe I. Ordnung						Durchschnittliche Länge jedes Seitentriebes I. Ordnung
1897	83,9	45,225						45,225
1896	78,7	41,386	34,344					75,73
1895	73,3	37,83	34,12	27,15				99,10
1894	61,4	35,65	33,93	27,86	22,27			119,71
1893	52,3	30,10	28,265	27,16	22,07	19,11		126,70
1892	42,0	28,00	26,00	25,50	20,25	17,75	14,00	131,50
1891								
1890	86,5	[Jahr '92	'93	'94	'95	'96	'97	
1889								

478,1 cm Gesamthöhe.

Tabelle XIII.

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe II. Ordnung.

Mutteraxe (Seitentriebe I. Ordnung) vergl. Tab. XII	Durchschnittliche Länge der einzelnen Glieder der Seitentriebe II. Ordnung cm					Durchschnittliche Gesamtlänge der Triebe II. Ordnung cm	
	1893	1894	1895	1896	1897		
A. (Höhe 1896)					18,51	18,51	
					14,725	14,25	
B. (Höhe 1895)				17,75	12,75	30,50	B'
					11,63	11,63	
				14,79	10,33	25,12	C'
C. (Höhe 1894)			17,20	13,25	8,67	39,12	C''
					9,79	9,79	
				11,73	8,75	20,48	D'
			14,20	11,04	8,00	33,24	D''
D. (Höhe 1893)		15,03	12,60	10,25	8,00	45,88	D'''
					8,9	8,9	
				9,125	8,00	17,125	E'
			11,00	8,875	7,25	27,125	E''
		13,25	10,67	8,33	6,125	38,375	E'''
E. (Höhe 1892)	14,07	11,875	8,00	6,79	6,00	46,735	E''''

Tabelle XIV.

Pinus Strobus *Linnaeus.*

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe III. Ordnung.

Mutteraxe (Seitentriebe II. Ordnung)	Durchschnittliche Länge der einzelnen Glieder III. Ordnung cm				Durchschnittliche Gesamtlänge der einzelnen Triebe III. Ordnung cm
	1894	1895	1896	1897	
B′ (Höhe 1895)				7,03	7,03
C′ (Höhe 1894)				5,43	5,43
C″ (Höhe 1894)				4,79	4,79
			6,875	4,50	11,375
D′ (Höhe 1893)				8,75	8,75
D″ (Höhe 1893)				×	
			8,25	×	8,25
D‴ (Höhe 1893)				×	
			6,00	×	6,0
		8,00	6,00	×	14,0
E′ (Höhe 1892)				6,00	6,0
E″ (Höhe 1892)				×	
			6,5	×	6,5
E‴ (Höhe 1892)				×	
			5,625	×	5,625
		7,75	×	×	7,75
E⁗ (Höhe 1892)				×	
			×	×	
		5,67	×	×	5,67
	8,75		×	×	8,75

Tabelle XV.

Pinus Laricio *Endlicher* var. austriaca. Alter 12 Jahre.

LÄNGENMESSUNGEN. Seitentriebe I. Ordnung.

Jahr	Länge der Glieder an der Hauptaxe cm	Durchschnittliche Länge der Glieder Seitentriebe I. Ordnung cm							Durchschnittl. Gesamtlänge d. Triebe I. Ordng. cm
1897	57,0	38,50							38,50
1896	44,0	37,50	32,33						69,83
1895	41,0	33,167	30,67	28,167					92,004
1894	39,0	32,00	28,33	27,00	25,50				112,83
1893	30,0	28,00	26,25	25,167	20,67	20,00			120,087
1892	29,0	24,00	22,00	21,25	18,75	17,25	16,50		119,750
1891	20,0	20,67	20,50	21,00	18,50	17,00	16,00	8,00	121,67
1890									
1889									
1888	19,0	[Jahr	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97]
87/86	48,0								

321,0 cm durchschnittliche Gesamthöhe.

Tabelle XVI.

LÄNGENMESSUNGEN. Seitentriebe II. Ordnung.

Mutteraxe (Seitentriebe I. Ordnung)	Durchschnittliche Längen der Seitentriebe II. Ordnung cm					Durchschnittliche Gesamtlängen d. Triebe II. Ordnung cm	
	1893	1894	1895	1896	1897		
A. (Höhe 1896)					24,5	24,5	
B. (Höhe 1895)					20,0	20,0	
				22,857	15,67	38,545	B′
C. (Höhe 1894)					18,375	18,375	
				20,25	15,00	35,25	C′
			21,67	14,89	12,33	48,89	C″
D. (Höhe 1893)					14,33	14,33	
				15,125	12,04	27,165	D′
			18,67	13,89	10,71	43,27	D″
		20,79	16,375	12,25	8,2	57,615	D‴
E. (Höhe 1892)					12,125	12,125	
				13,33	10,79	24,12	E′
			15,00	12,25	9,125	36,375	E″
		15,75	12,25	10,89	7,625	47,935	E‴
	17,5	15,25	10,89	8,35	6,00	59,26	E′‴

Tabelle XVII.

Pinus Laricio *Endlicher* var. austriaca. Alter 12 Jahre.

LÄNGENMESSUNGEN.

Seitentriebe III. Ordnung.

Mutteraxe (Seitentriebe II. Ordnung)	Durchschnittliche Länge der Glieder der Seitentriebe III. Ordnung cm				Durchschnittliche Gesamtlänge der Triebe III. Ordnung cm
	1894	1895	1896	1897	
B′ (Höhe 1895)				12,00	12,00
C′ (Höhe 1894)				10,37	10,37
C″ (Höhe 1894)				8,79	8,79
			11,125	7,75	18,875
D′ (Höhe 1893)				8,67	8,67
D″ (Höhe 1893)				6,4	6,4
			8,25	6,0	14,25
D‴ (Höhe 1893)				6,0	6,0
			7,1	5,75	12,85
		11,67	7,5	5,75	24,92
E′ (Höhe 1892)				6,67	6,67
E″ (Höhe 1892)				×	—
			8,125	×	8,125
E‴ (Höhe 1892)				×	—
			6,25	×	6,125
		9,37	6,00	×	15,33
E⁗ (Höhe 1892)				×	—
			6,00	×	6,00
		7,75	5,75	×	13,5
	11,20	7,125	6,00	×	24,325

Tabelle XVIII.

Larix europaea *DC.* Durchschnittliche Werte von 10 etwa 14jährigen Exemplaren

in halbgeschlossenem Bestande aufgewachsen.

LÄNGENMESSUNGEN. Seitentriebe I. Ordnung.

Jahr	Länge der Jahresabschnitte an der Hauptaxe	Durchschnittliche Länge der einzelnen Glieder der Seitentriebe I. Ordnung cm							Durchschnittl. Gesamtlänge der Seitentriebe I. Ordnung
1897	114,75	78,03							78,03
1896	110,375	70,614	62,718						133,32
1895	93,00	62,374	57,906	47,501					167,781
1894	87,375	60,411	53,249	46,700	37,531				197,891
1893	78,25	55,604	50,886	44,42	35,625	28,56			214,095
1892	56,75	48,600	46,125	40,875	35,607	28,313	19,063		218,043
1891	45,25	44,125	40,037	38,625	32,787	26,125	21,750	15,500	219,748
1890	40,50								
1889	40,00								
1888 bis 1885	340,00	[Jahr	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97]	
	1006,25 cm Gesamthöhe.								

Tabelle XIX.

Larix europaea *DC.* Durchschnittliche Werte von 10 etwa 10jährigen Exemplaren

an freiem Standorte aufgewachsen.

LÄNGENMESSUNGEN. Seitentriebe I. Ordnung.

Jahr	Länge der Jahresabschnitte an der Hauptaxe	Durchschnittliche Länge der einzelnen Glieder der Seitentriebe I. Ordnung. cm								Durchschnittl. Gesamtlänge der Seitentriebe I. Ordnung
1897	70,26	37,308								37,308
1896	63,50	34,358	26,725							61,083
1895	61,90	33,724	25,150	21,125						80,00
1894	58,40	28,920	23,925	18,90	16,145					87,890
1893	51,80	24,475	21,725	18,275	14,910	13,05				92,455
1892	35,70	22,347	18,125	17,708	14,917	12,792	10,917			97,839
1891	25,20	20,625	19,563	16,875	14,500	13,437	11,875	9,50		105,375
1890										
1889	88,50									
1888		[Jahr	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97]	
	455,26 Gesamthöhe.									

Wachstumsrichtung der Axen.

Winkelbestimmung.

Fig. 3
Wachstumsrichtungen der Seitenaxen bei monocormischen Coniferen.
Achsenwinkel
Neigungswinkel
Geotropischer Winkel.

Wir gelangen nunmehr zum zweiten wichtigen Punkte, der für das Habitus-Bild von Bedeutung ist; zu dem Winkel, den ein Glied des Verzweigungs-Systems mit seinem Tragorgan bildet.

Ein Blick auf die beigefügte Figur (3) lehrt, dass die einzelnen Teile eines Triebes im Laufe der Zeit sehr verschiedene Lage einnehmen können. Um diese Lage annähernd zu bestimmen, wollen wir verschiedene Winkelbezeichnungen einführen und diese mit besonderen Namen belegen.

Fassen wir zunächst das untere Seitenglied ins Auge (Fig. 3), so sehen wir daran erstens einen fast horizontalen basalen Teil, dann einen längeren, fast graden, abwärts geneigten und endlich einen vorderen, emporgebogenen Teil. Die Richtung der einzelnen Teile des Gliedes soll nun durch drei Winkel bestimmt werden. Wir nennen den Winkel, den das basale Ende des Gliedes mit der Axe bildet, den Axenwinkel; den oberen Winkel,

den das längere abwärts gewandte Stück mit der Axe beschreibt, den Neigungswinkel.

Dem Winkel endlich, den das vordere, nach oben gewandte Ende mit der Axe, oder, was hier dasselbe ist mit dem Erdradius einschliesst, wollen wir die Bezeichnung geotropischer Winkel beilegen.

Die Art, wie diese Winkel sich nach oben im Verzweigungs-Systeme verändern, erhellt unmittelbar aus der Figur und bedarf keiner näheren Erläuterung.

Von den eingeführten Namen sind die beiden ersten blosse Bezeichnungen, sie sagen über die Ursachen, die die Richtungen hervorrufen, nichts aus. Anders die dritte Bezeichnung.

Der Name geotropischer Winkel deutet sogleich die Ursache der Richtung an. Hierzu sei bemerkt, dass zwar diese Frage nicht experimentell entschieden wurde, dass es aber keinem Zweifel unterliegt, dass die Emporkrümmung wirklich geotropischer Natur ist.

Gehen wir nun zu den horizontalen, bilateralen Verzweigungs-Systemen über (vergl. Tafel A.), so beobachtet man gewöhnlich eine Veränderung der Winkel, doch sind die Verhältnisse einfacher, und es handelt sich gewöhnlich nur um Axen- und Neigungswinkel; vielleicht hängt der Neigungswinkel hier mit geotropischen Eigenschaften zusammen.

Zu diesen Winkeln kommt schliesslich noch als besonderer der Knospenwinkel, d. h. der Winkel, den die Längsaxe der Knospe mit der Axe des Tragorgans bildet, und der keineswegs mit dem Axenwinkel zusammenzufallen braucht.

Es liegt in der Natur der Sache, dass alle diese Winkelmessungen nur ein annähernd richtiges Resultat geben können. Die grosse Zahl der Bestimmungen aber führt zu dem Grade von Wahrscheinlichkeit, der überhaupt wohl zu erreichen ist. Auch ergiebt sich die Brauchbarkeit der Methode daraus, dass die immer wieder vorgenommenen Messungen Werte ergaben, die nur innerhalb verhältnismässig enger Grenzen schwankten.

Tabelle XX.

Abies Nordmanniana *Spach.*

WINKELMESSUNGEN.

Hauptaxe — Seitentriebe I. Ordnung.

TYPUS A. Triebe horizontal. Knospenwinkel 60°.

Jahr	Einzelne Winkel in jedem Quirle — °					Axen-winkel — °	Neigungs-winkel — °	Geotropischer Winkel — °
1897	77,5	78,1	78,40	79,0	79,2	78,44	72,44	72,00
1896	79,3	80,0	80,40	80,7	80,6	80,40	75,44	72,50
1895	80,44	80,66	82,06	82,76	83,19	82,02	77,69	73,50
1894	82,56	83,16	83,26	83,46	84,96	83,48	80,09	75,50
1893	84,51	84,70	84,82	85,36		84,85	83,09	77,50
1892	85,59	85,84	86,26	86,34		86,01	86,24	80,00
1891	85,06	86,89	86,89	88,06		86,73	89,84	83,00
1890	86,73	87,33	87,73	88,43		87,56	90,00	86,00
1889	87,05	88,10	89,00			88,05	90,00	
1888	88,36					88,36		
1887	88,63					88,63		

Tabelle XXI.

TYPUS B. Triebe nach oben geneigt.

Jahr	Einzelne Winkel in jedem Quirle — °					Axen-winkel — °	Neigungs-winkel — °	Geotropischer Winkel — °
1897	61,50	62,33	63,00	63,20	64,67	62,94	60,50	60,00
1896	63,97	64,80	64,97	65,30	65,80	64,97	63,50	60,20
1895	66,09	66,79	66,92	67,92		66,93	65,50	60,70
1894	66,48	68,48	68,65	70,31		68,48	67,00	61,20
1893	68,86	69,36	70,69	70,86		69,94	68,25	61,90
1892	70,39	71,22	71,39	70,89		71,22	69,25	63,00
1891	70,89	71,88	72,88	73,55		72,30	69,75	65,00
1890	72,35	73,10	73,85			73,10	70,00	67,00
1889	73,60	—				73,60	70,00	—
1888	—	—						
1887	—	—						

Tabelle XXII.

Abies Nordmanniana *Spach.*

WINKELMESSUNGEN.

Seitentriebe I. Ordnung — Seitentriebe II. Ordnung.

Jahr	Entsprechender Ort im Systeme (vergleiche Schema Figur 2)							
	A. (Höhe 1896)		B. (Höhe 1895)		C. (Höhe 1894)		D. (Höhe 1893)	
	Axenw. — 0	Neigung — 0	Axenw. — 0	Neigung — 0	Axenw. — 0	Neigung — 0	Axenw. — 0	Neigung — 0
1897	60,0	57,0	60,0	55,0	61,0	53,0	60,0	53,0
1896			62,0		62,0		62,0	
1895					62,5		63,0	
1894							65,0	

Tabelle XXIII.

Abies Nordmanniana *Spach.*

WINKELMESSUNGEN.

Seitentriebe II. Ordnung — Seitentriebe III. Ordnung.

Jahr	Entsprechender Ort im Systeme											
	B. (Höhe 1895)		C. (Höhe 1894)				D. (Höhe 1893)					
	B′		C′		C″		D′		D″		D‴	
	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung
1897	60,5	57,0	60,0	59,0	60,5	59,5	59,0	56,0	59,0	59,0	61,0	59,0
1896					62.0				61,0		61,0	
1895											63.0	

Erklärung der Tabellen:

Bei Tabelle XX und XXI bezeichnen die in der ersten Reihe befindlichen Zahlen die Jahre, in denen die aufeinander folgenden Triebe der Hauptaxe gebildet wurden. In der Spalte 2—6 sind die Winkelwerte niedergelegt, welche die Hauptaxe mit den Hauptzweigen erster Ordnung bildet; die einzelnen Werte selbst stellen wiederum das Mittel aus zahlreichen Messungen dar, welche aber

im Einzelnen nicht aufgeführt sind. Spalte 7 enthält die Durchschnittswerte der in Spalte 2—6 stehenden Zahlen. In Spalte 8 und 9 sind die Durchschnittswerte der Neigungs- und geotropischen Winkel angegeben.

Tabellen XXII und XXIII enthalten Axen- und Neigungswinkel, deren Werte wie diejenigen der Tabellen XX und XXI ermittelt wurden.

—.—.—.—.—.—.—.—.—

Die oben durchgeführten Messungen sind zunächst ohne Rücksicht auf die Insertion der Axen am Umfang ihrer Mutteraxen betrachtet worden; um ein vollständiges Habitusbild zu bekommen, müssten auch diese Verhältnisse eine eingehende Berücksichtigung erfahren; denn es wäre nicht gleichgültig, ob z. B. die Glieder der Quirle in gleichmässiger Entfernung von einander von der Hauptaxe ausstrahlen, oder ob sie etwa nach einer oder zwei Seiten hin gehäuft sind.

Es könnte vielleicht eingewandt werden, dass die gewählten Messungspunkte zu willkürlich seien. Da es sich aber hier, wie oben erwähnt, nicht um die wirkliche, d. h. räumliche, sondern nur um die gegenseitige Stellung der Axen handelt, mögen dieselben als beweisfähig betrachtet werden.

Einige Forscher haben sich in ihren Angaben bezüglich der Stellung der Seitentriebe auf die Betrachtung des Axenwinkels beschränkt[1]); diese allein genügt jedoch nicht, um in das Zustandekommen des Habitus einer Spezies einigermassen Einsicht zu gewinnen, darum sind die oben beschriebenen Neigungs- und geotropischen Winkel in der Betrachtung dazugenommen.

Bevor wir die in den Tabellen XX bis XXIII dargelegten Ergebnisse der Winkelmessungen näher untersuchen, sei hier im Voraus bemerkt, dass die Knospenwinkel für jede Spezies stets eine bestimmte Grösse besitzen. Dieselbe beträgt bei *A. Nordmanniana* für alle Ordnungen der Seitenaxen fast konstant 60°.

Ein Blick nun auf die Tabellen XX und XXI lehrt, dass die Glieder des obersten Quirls von Seitentrieben erster Ordnung von den entsprechenden Knospen aus nicht geradlinig entwickelt sind. Jedes Glied zeigt in den verschiedenen Teilen des Triebes zwar

1) Büsgen, „Bau und Leben unserer Waldbäume".

NB. Der betreffende Winkel wird von diesem Forscher „Ablaufwinkel" genannt.

verschiedene Wachstumsrichtungen, jedoch ist der Winkel mit dem Erdradius, an jedem beliebigen Punkte des Triebes gemessen, ein spitzer.

Allerdings ist dieses Verhalten der Seitentriebe bei den *Abies*-arten minder scharf ausgeprägt als bei den stark nach oben geneigten Seitentrieben anderer Coniferen, wie *Picea* sp., *Pinus* sp., *Araucaria* sp., u. A.

Bei manchen Coniferen kann man, nach der vorherrschenden Lage der Seitentriebe erster Ordnung, zweierlei Gestaltungstypen unterscheiden; einen mit horizontalen Trieben, welche später mehr oder minder nach unten geneigt werden; und einen, wobei die Triebe stets einen mehr oder minder spitzen Winkel mit der Hauptaxe bilden.

Bei unserer *Abies Nordmanniana* ist diese Erscheinung leicht zu beobachten, wesshalb wir oben die Ergebnisse der Winkelmessungen in zwei Tabellen angegeben haben. Die in Tabelle XX befindlichen Werte entsprechen der Form mit horizontalen, die in Tabelle XXI der Form mit nach oben geneigten Seitentrieben.

Bei diesen beiden Formen ist der Unterschied zwischen der Grösse des Knospenwinkels und der der Axenwinkel am ebengenannten obersten Quirle der Hauptaxe von besonderem Interesse. Er beläuft sich bei Typus A. auf 18,44°, dagegen bei Typus B. nur auf 2,94°, doch sind die Glieder beider Quirle im gleichen Jahre entstanden und besitzen denselben Knospenwinkel.

Dieser Unterschied kann offenbar nicht durch den Einfluss äusserer Ursachen erklärt werden, da diese bei beiden Formen selbstverständlich die gleichen sind.

Bekanntlich sind alle Neubildungen während des Laufes der Entwicklungszeit in fortwährender Bewegung begriffen, und infolge dessen mag wohl die Annahme zutreffend sein, dass die Endlage derselben, der Hauptsache nach, ein charakteristisches Merkmal der betreffenden Form, d. h. Spezies darstellt. [1]) So pflegen bei unserem Beispiele die quirlbildenden Triebe erster Ordnung der einen Form einen ziemlich grossen Winkel mit der Mutteraxe zu bilden, während die Triebe der anderen Form steiler nach oben gerichtet sind.

Nichtsdestoweniger nimmt der Axenwinkel, wenn auch nicht von Stufe zu Stufe gleichermassen bei den beiden Formen zu, doch sind die Gesamtunterschiede in beiden Fällen, zwischen dem

1) Z. B. die hängenden Äste bei Trauerformen wie *Sequoia gigantea* var. *pendula*.

Axenwinkel am untersten und dem am obersten Quirle annähernd gleich gross, bei Typus A. 88,63° — 78,44° = 10,19°, und bei Typus B. 73,60° — 62,94° = 10,66°.

Ebenfalls muss die Lage der Seitentriebe in den unteren Regionen grösstenteils auf den Einfluss innerer Ursachen zurückgeführt werden. Dass die Grösse des Axenwinkels nicht in demselben Verhältnis mit der Gewichtszunahme des ganzen Astes zunimmt, kommt vielleicht daher, dass die Mutteraxe, d. h. der betreffende Seitentrieb I. Ordnung, alljährlich eine grössere Festigkeit bekommt, und zwar infolge der verschiedenen jährlichen Zunahme des Querdurchmessers der Hauptaxe, bezw. des betreffenden Seitentriebes.

Indessen findet die Zunahme des Neigungswinkels zum Teil jedenfalls infolge des Einflusses äusserer Bedingungen statt. Diese können zweierlei sein; erstens das allmähliche Absterben der am hinteren Ende der Triebe befindlichen Äste, wodurch sich der Schwerpunkt des Triebes immer weiter nach aussen verschiebt; zweitens, die Wirkung der Belastung durch Schnee und Eis, die unter Umständen durch Überschreiten der Elastizitätsgrenze beständige Dehnungen verursacht.

Die Einflüsse solcher Faktoren sind aber bei unseren jungen Objekten noch nicht zu erkennen; bei diesen haben nur innere Ursachen die oben angegebenen Stellungsveränderungen der Triebe zustande gebracht.

Die Triebe der zweiten Ordnung sind ebenfalls nicht geradlinig ausgebildet. Sie zeigen gewöhnlich eine mehr oder minder stark ausgesprochene Neigung in der Richtung nach der Spitze des entsprechenden Muttertriebes.

Diese Thatsache lässt sich deutlich an Tafel I, wie auch aus den in Tabelle XXII niedergelegten Winkelmessungen erkennen.

Die Neigung scheint nicht allein auf neugebildete Triebe beschränkt zu sein, sondern sie ist ebenso deutlich bei den älteren Gliedern eines Systems zu bemerken (siehe Tafel I) und wurde in diesen Fällen vermutlich durch den Einfluss äusserer Bedingungen, vielleicht durch Mangel an Licht hervorgebracht.

Diese nachträgliche Neigung der älteren Glieder lässt sich besonders klar bei mehrjährigen Bäumen wahrnehmen, wenn sie ihr ganzes Leben im freien Stande zugebracht haben und daher bis zum Boden hin ihre Seitenspross-Systeme behalten.

Die Neigung der Triebe dritter und vierter Ordnung ist viel weniger ausgesprochen als bei den eben beschriebenen. Diese verhalten sich grösstenteils unempfindlich gegen die Einflüsse der Faktoren, welche Veränderungen in der Lage der Triebe niedriger Ordnungen verursachen; daher beträgt die Grösse der Winkel, die diese Triebe mit ihren entsprechenden Mutteraxen bilden, d. h. der Axenwinkel durchschnittlich 60 °.

Tabelle XXIV.

Pseudotsuga Douglasii *DC.*

WINKELMESSUNGEN.

Hauptaxe — Seitentriebe I. Ordnung.

Jahr	Einzelne Winkel in jedem Quirle — °						Axenwinkel — °	Neigungswinkel — °	Geotropischer Winkel — °
1897	54,25	54,4	55,5	57,0	57,9	59,5	56,43	56,0	56,0
1896	56,25	57,9	58,75	59,6	61,00		58,7	58,0	56,5
1895	59,75	61,0	62,10	62,9	63,00	63,0	61,96	60,0	58,0
1894	63,00	64,5	63,17	65,4			64,00	64,0	60,0
1893	66,75	68,0	66,4	71,33			68,12	66,0	63,0
1892	69,60	70,4	71,3				70,44	70,0	65,0
1891	73,00	74,4	76,5	76,0			75,00	75,0	69,0
1890	77,24	80,0					78,62	78,0	72,5
1889	85,0	86,1					85,5	80,0	74,0
1888	88,0						88,0	84,0	76,5

Tabelle XXV.

Pseudotsuga Douglasii *DC.*

WINKELMESSUNGEN.

Seitentriebe I. Ordnung — Seitentriebe II. Ordnung.

Jahr	Entsprechender Ort im Systeme							
	A. (Höhe 1896)		B. (Höhe 1895)		C (Höhe 1894)		D. (Höhe 1893)	
	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung
1897	42,0	41,0	41,5	41,0	42,0	41,0	41,0	40,25
1896			43,0		43,0		42,5	
1895					45 5		44,0	
1894							46,5	

Tabelle XXVI.

Pseudotsuga Douglasii *DC.*

WINKELMESSUNGEN.

Seitentriebe II. Ordnung — Seitentriebe III. Ordnung.

Jahr	Entsprechender Ort im Systeme											
	B. (Höhe 1895)		C. (Höhe 1894)				D. (Höhe 1893)					
	B′		C′		C″		D′		D″		D‴	
	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung
1897	43,0	43,0	42,5	43,5	43,5	43,0	43,0	43,0	42,0	43,5	40,5	—
1896					46,0				45.0		44,5	
1895											46,0	

Tabelle XXVII.

Pseudotsuga Douglasii *DC.*

WINKELMESSUNGEN.

Seitentriebe III. Ordnung — Seitentriebe IV. Ordnung.

Jahr	Entsprechender Ort im Systeme											
	B. (Höhe 1895)		C. (Höhe 1894)				D. (Höhe 1893)					
	B′		C′		C″		D′		D″		D‴	
	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung
1897	—	—	—	—	55,0	55,0	—	—	54,0	54,0	55,0	55,0
1896											56,0	

Tabelle XXVIII.

Abies pectinata *De Candolle.*

WINKELMESSUNGEN.

Hauptaxe — Seitentriebe I. Ordnung.

Jahr	Einzelne Winkel in jedem Quirle — °				Axenwinkel — °	Neigungswinkel — °	Geotropischer Winkel — °
1897	69,4	67,5	68,9	70,5	69,1	65,0	60,0
1896	68,9	70,1	71,4	72,6	70,75	70,0	67,0
1895	70,25	71,1	71,80	72,6	71,43	73,0	70,0
1894	70,4	72,6	73,0	74,0	72,75	75,0	70,5
1893	72,6	73,4	73,4	74,25	73,41	78,0	71,5
1892	72,75	73,75	74,25	75,00	73,94	78,0	72,0
1891	74,0	74,8	74,9	75,7	74,85	80,0	73,5
1890	74,8	75,17	75,33	75,8	75,28	82,0	75,0
1889	74,7	75,8	75,8	77,0	75,80	83,0	76,0
1888	77,0	77,75	77,75	78,5	77,75	84,0	78,0
1887	78,25	78,50	79,50	80,75	79,25	84,0	80,0

Tabelle XXIX.

Abies pectinata *De Candolle.*

WINKELMESSUNGEN.

Seitentriebe I. Ordnung — Seitentriebe II. Ordnung.

Jahr	Entsprechender Ort im Systeme							
	A. (Höhe 1896)		B. (Höhe 1895)		C. (Höhe 1894)		D. (Höhe 1893)	
	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung
1897	60,0	60,0	60,0	58,0	59,5	54,0	58,0	52,0
1896			61,0		60,75		61,0	
1895					62,5		63,0	
1894							63,5	

Tabelle XXX.

Abies pectinata *De Candolle.*

WINKELMESSUNGEN.

Seitentriebe II. Ordnung — Seitentriebe III. Ordnung.

Jahr	Entsprechender Ort im Systeme											
	B. (Höhe 1895)		C. (Höhe 1894)				D. (Höhe 1893)					
	B′		C′		C″		D′		D″		D‴	
	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung
1897	61,25	56,0	62,5	60,0	59,0	57,0	61,0	61,0	60,0	57,5	60,5	56,73
1896					64,75				62,5		62,0	
1895											64,24	

Tabelle XXXI.

Abies pectinata *De Candolle.*

WINKELMESSUNGEN.

Seitentriebe III. Ordnung — Seitentriebe IV. Ordnung.

Jahr	Entsprechender Ort im Systeme											
	B. (Höhe 1895)		C. (Höhe 1894)				D (Höhe 1893)					
	B′		C′		C″		D″		D″		D‴	
	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung
1897	—	—	—	—	58,0	58,0	—	—	59,0	58,0	×	×
1896											60,5	

Tabelle XXXII.

Picea excelsa *Link.*

WINKELMESSUNGEN.

$$\frac{\text{Länge eines Gliedes an der Hauptaxe}}{\text{„ „ „ „ den Seitenaxen}} = 3:2.$$

Hauptaxe — Seitentriebe I. Ordnung.

Jahr	Einzelne Winkel in jedem Quirle — °					Axenwinkel — °	Neigungswinkel — °	Geotropischer Winkel — °
1897	35,0	35,5	37,5	38,0	40,0	37,2	30,5	18,0
1896	39,0	41,5	42,5	42,5	45,0	42,1	35,5	20,0
1895	46,0	47,0	47,0	48,0	48,0	47,6	37,5	24,0
1894	53,0	54,5	56,0	57,0	59,0	55,9	42,0	25,0
1893	54,0	59,0	58,0	60,0	61,5	58,5	45,0	28,0
1892	62,0	62,0	63,0	62,5	65,5	63,2	48,0	30,0
1891	67,5	69,5	70,0	70,5	72,0	69,0	48,0	39,0
1890								

Tabelle XXXIII.

Picea excelsa *Link.*

WINKELMESSUNGEN.

$$\frac{\text{Länge eines Gliedes an der Hauptaxe}}{\text{„ „ „ „ den Seitenaxen}} = 4{,}56:2.$$

Hauptaxe — Seitentriebe I. Ordnung.

Jahr	Einzelne Winkel in jedem Quirle — °					Axenwinkel — °	Neigungswinkel — °	Geotropischer Winkel — °
1897	46,5	48,0	48,0	49,0	49,5	48,2	45,0	40,0
1896	52,0	52,5	55,0	57,0	58,0	55,0	50,5	40,0
1895	62,0	62,5	63,0	63,0	65,0	63,1	55,0	41,0
1894	64,0	70,0	72,0	72,0	73,5	69,9	63,8	42,0
1893	72,0	72,5	73,0	73,0	75,0	73,1	70,0	42,0
1892	75,0	77,0	80,0	80,0	82,5	78,5	76,5	44,0
1891	84,0	83,0	85,0	85,0	86,0	85,0	85,0	45,0
1890	85,0	87,5	88,0	89,0	89,0	87,7	87,7	48,0
1889	90,0	90,0				90,0	90,0	50,0

Tabelle XXXIV.

Picea excelsa *Link.*

WINKELMESSUNGEN.

Seitentriebe I. Ordnung — Seitentriebe II. Ordnung.

Jahr	Entsprechender Ort im Systeme							
	A. (Höhe 1896)		B. (Höhe 1895)		C. (Höhe 1894)		D. (Höhe 1893)	
	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung
1897	48,0		50,0		49,0		50,0	
1896		—	52,0	—	50,5	—	51,0	—
1895					53,0		53,0	
1894							55,0	

Tabelle XXXV.

Picea excelsa *Link.*

WINKELMESSUNGEN.

Seitentriebe II. Ordnung — Seitentriebe III. Ordnung.

Jahr	Entsprechender Ort im Systeme											
	A. (Höhe 1896)		B. (Höhe 1895)		C. (Höhe 1894)				D. (Höhe 1893)			
			B′		C′		C″		D′		D″	
	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung
1897	—	—	50,0	—	48,5	—	49,0	—	50,0	—	×	×
1896							51,5	—			50,5	
1895												

Tabelle XXXVI.

Pinus Strobus *Linnaeus.*

WINKELMESSUNGEN.

Hauptaxe — Seitentriebe I. Ordnung.

Jahr	Einzelne Winkel in jedem Quirle —°					Axenwinkel —°	Geotropischer Winkel —°
1897	50,0	50,0	52,0	52,5	55,0	50,9	25,0
1896	59,0	63,0	63,0	65,0	67,0	63,4	34,0
1895	66,0	69,0	70,0	72,0	75,5	70,4	38,0
1894	75,5	77,0	78,0	79,0	80,5	78,0	42,0
1893	83,5	84,5	85,0	85,0	87,0	85,0	45,0
1892	86,0	87,5	89,0			87,5	45,0
1891	90,0	90,0	90,0			90,0	
1890							

Tabelle XXXVII.

Pinus Strobus *Linnaeus.*

WINKELMESSUNGEN.

Seitentriebe I. Ordnung. — Seitentriebe II. Ordnung.

Jahr	Entsprechender Ort im Systeme					
	A. (Höhe 1896)		B. (Höhe 1895)		C. (Höhe 1894)	
	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung
1897	28,0	28,0	32,9	30,0	32,0	30,0
1896			39,0		43,0	
1895					55,0	

Tabelle XXXVIII.

Pinus Strobus *Linnaeus.*

WINKELMESSUNGEN.

Seitentriebe II. Ordnung. — Seitentriebe III. Ordnung.

Jahr	Entsprechender Ort im Systeme							
	A. (Höhe 1896)		B. (Höhe 1895)		C. (Höhe 1894)			
			B′		C′		C″	
	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung	Axenw.	Neigung
1897	—	—	35,0	30,0	33,0	29,0	35,0	30,0
1896							45,0	

Die Lage der Blätter.

Die weitgehende Ähnlichkeit, welche zwischen der Endknospe der Hauptaxe und den Knospen der zukünftigen Seitentriebe existirte, verschwindet mit dem Eintritt einer neuen Wachstumsperiode. Der junge Haupttrieb behält bekanntermassen das radiäre Aussehen, welches ihn bereits im Knospenzustande ausgezeichnet hat, bei; es ändert sich nur der Abstand der Blätter, deren Flächen ungefähr einen rechten Winkel mit der Wachstumsrichtung der Hauptaxe bilden.

Jedem Glied des jüngstgebildeten Quirls aber kommt bekanntlich infolge seiner horizontalen Lage ein bilateral-symmetrisches Aussehen zu, indem die entsprechenden Blattflächen sich in der Weise zu orientieren streben, dass sie mit den einfallenden Lichtstrahlen einen Winkel von 90° bilden[1]).

Im Knospenzustande waren die Blätter natürlich, gleich denen des Haupttriebs, mit ihren Flächen gegen den Muttertrieb zugewendet. Im ausgewachsenen Zustande aber befinden sich einige der Blätter in horizontaler Ebene, an beiden Flanken der Mutteraxe, gleichförmig angeordnet. Die übrigen, diejenigen nämlich, welche an der Oberseite des Tragzweiges entspringen, legen sich längs der Axe an, mit ihren Enden in der Richtung nach der Spitze derselben schauend, mit ihren Bauchseiten nach oben gestellt.

Die Endlagen werden bekanntlich jedesmal durch eine Drehung des kurzen Blattstiels erreicht.

In den Fällen, wo die Blätter ursprünglich eine seitliche Stellung besassen, beträgt die Drehung ungefähr 90°. Die an der Oberseite der Tragaxe befindlichen Blätter müssen sich indessen um 180° drehen, bevor sie ihre Endlage erreichen können.

Die Bilateralität der Seitentriebe wird um so vollkommener, je weiter die entsprechenden Triebe von der Spitze der Mutteraxe entfernt sind. So bewahren die Glieder des jüngst gebildeten Quirls von Seitentrieben erster Ordnung bei manchen Arten, besonders bei denjenigen, deren Triebe einen ziemlich spitzen Winkel mit der Vertikalen machen, häufig an ihrem vorderen Ende noch

1) Die Angabe Wigand's, dass das dorsiventrale Aussehen der Seitentriebe durch das Abfallen der nach unten gekehrten Nadeln zu Stande kommt, hat sich durch unsere Untersuchung als irrig erwiesen. [Wigand: l. c. S, 45.]

ein annähernd radiäres Aussehen, während das entgegengesetzte Ende deutlich bilateral ausgebildet ist. Bezüglich der Länge der Nadeln ist hier hinzuzufügen, dass an allen neugebildeten Gliedern diejenigen am längsten sind, die die Mitte des Gliedes einnehmen.[1]) Die an den Jahrestrieben der Hauptaxe bleiben überdies stets kürzer als die an den Gliedern der Nebenaxen verschiedener Ordnungen.

Die Unterschiede lassen sich aus den folgenden Angaben ersehen.

Länge der Nadeln cm	Hauptaxe 1897	Spitze								Basis
		18,4		22,0		24,5		22,5		17,5
			3,6		2,5		2,0		4,0	
	Seitentriebe I. Ordnung 1897	21,3		25,7		30,0		27,0		20,2
			4,4		4,3		4,0		5,8	
		—		—		—		—		—
	Hauptunterschied	2,9		3,7		4,5		3,5		2,7

Aus der Betrachtung dieser Werte geht die Thatsache hervor, dass der Umriss aller seitlich stehenden Blätter je eines Gliedes eine Kurve darstellt, die etwa die Form einer flachen, an beiden Enden abgestutzten Ellipse annimmt. (S. Tafel A.). Der Gestalt nach bleibt dieselbe bei jedem Vertreter dieser Gattung ungefähr konstant und infolgedessen kann sie mit als Kennzeichen der entsprechenden Spezies dienen. Bekanntlich giebt es auch einen Unterschied in der Länge der kammförmig abstehenden Blätter, je nachdem sie entweder der unteren oder oberen Seite der Mutteraxe angehören.

Die Nebenzweige.

Zwischentriebe.

Die Nebenzweige, deren bis jetzt nur kurze Erwähnung gethan wurde, spielen ebenfalls im Habitus-Bilde unseres Typus eine nicht unbedeutende Rolle.

---

1) Dieselbe Erscheinung tritt bei vielen Coniferenarten auf. Analoge Verhältnisse lassen sich übrigens sonst noch im Pflanzenreich erkennen; wie Körnicke z. B. angiebt, sind bei vielen Getreidearten die schwersten Körner ungefähr in der Mitte der betreffenden Ähren zu finden. [Körnicke: Handbuch des Getreidebaues I. Teil 1885]. Vergl. auch unten die Länge der Blätter bei *Araucaria*; der Internodien bei den Cupressineen; der Zwischentriebe bie *Larix*, *Cedrus* etc.

Die Art und Weise ihrer Entstehung ist schon früher erörtert worden; sie werden an den Gliedern der Hauptaxe sowie an den der niedrigeren Ordnungen von Seitentrieben während einer Entwicklungsperiode als Knospen in der Achsel einiger Laubblätter angelegt, in der nächstfolgenden zu Trieben entwickelt, erfahren aber erheblich beschränkteres Wachstum als die quirlständigen Seitentriebe.

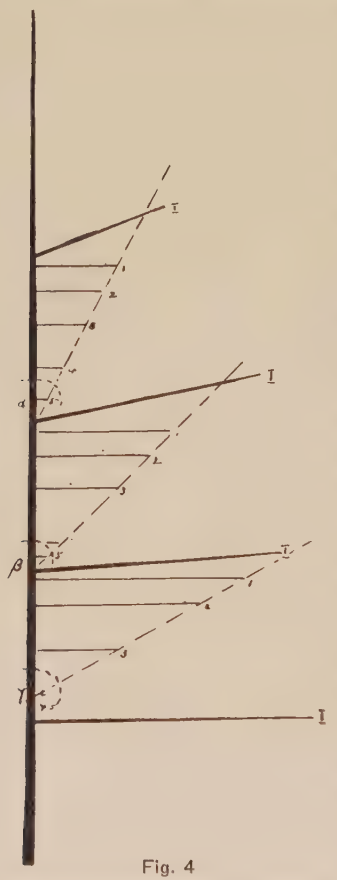


Fig. 4

Zwischentriebe an der Hauptaxe bei Abies, Picea etc.

(Schematisch), 1, 2, 3 etc. Zwischentriebe.

Sie bilden niemals Scheinquirle, sind aber in der oberen Region je eines der betreffenden Glieder zahlreicher als in den übrigen Teilen. An der Hauptaxe werden sie ringsum entwickelt, dagegen an den Seitentrieben nur in einer horizontalen Ebene, wodurch das bilateral symmetrische Aussehen der letzteren noch mehr ausgeprägt wird.

Bei den *Abies*-Arten nehmen die an den verschiedenen Gliedern der Hauptaxe befindlichen Zwischentriebe von oben nach unten in der Länge rasch ab. Während diejenigen die in der oberen Region eines Jahrestriebes stehen, im Laufe der Zeit eine gewisse jährliche Zunahme ihrer Länge erfahren, sich also ungefähr wie die Hauptzweige verhalten, lässt sich bei den weiter unten stehenden Nebenzweigen eine solche Zunahme nicht wahrnehmen, sie gehen vielmehr häufig ein.

Infolgedessen bilden die Linien, welche die Spitzen der Nebenzweige innerhalb eines Jahrestriebes verbinden (Vergleiche Schema Fig. 4, bei 1, 2, 3, etc.) einen eigentümlichen Winkel, der an derselben Hauptaxe von Stufe zu Stufe nach unten allmählich an Grösse zunimmt. (S. Fig. 4, α β γ.)

Bei unseren Objekten ergaben die Längenmessungen der Zwischentriebe, die sich an der Hauptaxe befanden, folgende Werte:

Tabelle XXXIX.

Jahrestrieb der Hauptaxe	— Nebenzweige — Spitze ——— > Basis Gesamtlänge in cm								
1897	Hier nur im Knospenzustande vorhanden								
1896	22,5	16,4	16,0	13,5	13,0	11,0	10,5	6,25	4,5
1895	35,0	32,0	27,0	23,5	21,0	19,0	14,5	6,35	4,5
1894	37,0	32,0	27,0	24,5	22,0	—	—	—	—
1893	38,0	32,0	27,0	—	—	—	—	—	—

Was die Lage der Nebenzweige betrifft, so verhalten sich diese von den quirlständigen Seitentrieben verschieden; sie bilden mit der Mutteraxe anfangs stets grössere Winkel, die aber nachher wenig Erweiterung erfahren. Sie zeigen in der Hauptsache weder eine Neigung nach unten noch eine Bewegung ihrer Spitzen nach oben.

Den Zwischentrieben der Seitensprosse fehlt ebenfalls jede Tendenz, sich in der Richtung nach der Spitze der Mutteraxe des Systems zu krümmen; die Entwicklung auch dieser Triebe geht in der Hauptsache geradlinig vor sich, indessen erfahren sie im Vergleich zu den Zwischentrieben an der Hauptaxe ein üppigeres Wachstum; ihre Gliederung ist aber sehr unregelmässig, manchmal bleiben sie ganz unverzweigt.

Im Allgemeinen schliessen sich dem eben geschilderten Grundplan alle Vertreter der Gattungen *Abies*, diejenigen von *Pseudotsuga*, und mit einigen Ausnahmen auch die Gattung *Picea* an.

Dennoch muss hier ausdrücklich bemerkt werden, dass Verhältnisse wie die oben angegebenen, die dem Habitus einer Coniferenart bezw. dem Habitus einer Gattung im Allgemeinen zukommen, nicht immer Schritt für Schritt gehen mit der Stellung der entsprechenden Arten oder Gattungen im System.

Bei den *Abies*-Arten zeigen die verschiedenen Spezies unter einander eine selten vorkommende Ähnlichkeit, so zwar, dass die verschiedenen Vertreter nicht allein in den Grundlagen des Habitus, sondern auch zum Teil bis auf die Einzelheiten, mit einander übereinstimmen.

Bei manchen Gattungen, wie z. B. *Pinus*, *Cedrus*, *Cupressus* u. A., treten uns in einer Reihe naheverwandter Arten die ver-

schiedensten Habitusverhältnisse entgegen, auf deren Besprechung wir weiter unten noch zurückkommen werden. Die *Picea*-Arten, deren Habitus im Allgemeinen einer bestimmten Regel folgt, gewähren indessen eine interessante Reihe von eigentümlichen Formen und Varietäten, von welchen einige zu den merkwürdigsten Formen der Coniferen überhaupt gehören.

Eine ausführliche Zusammenstellung zahlreicher *Picea*-Formen findet sich in der Arbeit Schröters.[1])

1) Dr. C. Schröter „Über die Vielgestaltigkeit der Fichte", Gesellschaft der Naturforscher in Zürich, Vierteljahrsschrift, Jahrg. XLIII 1898, Heft 2 und 3.

Araucarieae.

Wir gehen nun weiter zur kurzen Besprechung einiger Vertreter der Gattungen *Araucaria* und *Agathis* (*Dammara*), Formen, die, obwohl in der Gestalt immer noch streng monocormisch, in manchen Hauptbeziehungen vom Habitus des oben geschilderten Typus abweichen.

Die leitenden Kennzeichen des Habitus der Araucarien sind schon früher erwähnt worden. Im Ganzen lassen sie sich durch folgende Merkmale vom eben beschriebenen *Abies*-Typus unterscheiden:

1) Durch undeutlich abgegrenztes Jahreswachstum der verschiedenen Axen,

2) durch Mangel an Zwischentrieben,

3) durch vorwiegendes Wachstum der Triebe erster und auch derjenigen zweiter Ordnung über dasselbe der Mutteraxe hinaus,

4) dadurch, dass die Zahl der Ordnungen von Seitentrieben auf zwei beschränkt ist,

5) durch Mangel an Niederblättern,

6) durch die Gestalt und fixe Stellung der Laubblätter.

Araucaria imbricata *(Ruiz et Pavon).*

Die senkrecht nach oben wachsende Hauptaxe zeigt sich auf eine lange Strecke, von der Spitze hinab, dicht mit breiten, derben, gespitzten, spiralförmig angeordneten Nadeln bedeckt. In der Achsel einiger derselben entspringen, stufenweise, Scheinquirle von fünf oder mehr Seitentrieben. Die Länge der Blätter nimmt, zwischen je zwei Quirlen regelmässig bis zum Mittelpunkte des entsprechenden Gliedes zu, wie beim *Abies*-Typus. In der Achsel derselben entwickeln sich aber gar keine Triebe, mithin fehlen bei dieser Spezies die Zwischentriebe vollständig.

Bei Betrachtung der obersten Teile des Baumes wird es alsbald klar, dass im Gegensatz zu *Abies Nordmanniana* die Niederblätter völlig fehlen; die jungen Triebe sind nur mit echten Laubblättern resp. Nadeln umgeben.

Es fehlt ihr mithin auch an einer spezifischen Knospenbedeckung, so weit man hier von Knospen reden kann.

Die Einfügungsstellen der Quirle von Seitentrieben verschiedener Ordnung an ihre zugehörigen Mutteraxen entsprechen also nicht notwendigerweise genau dem Aufhören eines Jahreswachstums. Die Entwicklung der Hauptaxe ist aber periodisch. Auf Zeiten des Wachstums folgen solche der Ruhe, doch schliesst sie niemals mit einer beschuppten Endknospe ab.

Die Seitentriebe verhalten sich in ihrem Wachstumsmodus ähnlich wie die Hauptaxe. Es kommt nur noch die Eigentümlichkeit hinzu, dass diejenigen Blätter, die sich am Schluss einer Entwicklungsperiode an den Spitzen dieser Triebe bilden, der Länge und Breite nach kleiner werden als die vorhergehenden und daher zur Bestimmung der einzelnen Jahresgrenzen dienen können.

Beweise für die eben erwähnten und folgenden Thatsachen ergeben die von mir während des Sommers 1897 an ungefähr 60 jungen Exemplaren von *Araucaria imbricata* angestellten Untersuchungen.[1]) Es zeigten damals kaum zwei derselben einen gleichen Grad der Entwicklung, in Bezug auf die jüngsten Glieder der verschiedenen Axen, obwohl alle von gleichem Alter waren und sich auf derselben Fläche, d. h. unter gleichen äusseren Umständen befanden.

An diesen Untersuchungsobjekten wurde im folgenden Sommer durch Anbringung von Marken die Art des Zuwachses festgestellt.

Wiederum lässt sich eine grosse Mannigfaltigkeit wahrnehmen. In den folgenden Tabellen (Tab. XL—XLIV) sind einige Ergebnisse der Messungen niedergelegt.

---

1) Die Untersuchungen wurden in der Gärtnerei von J. Backhouse and Son (J. B. and Son, Limited) York, England, vorgenommen.

Tabelle XL.

Araucaria imbricata *Ruiz et Pavon.*

I. Elfjähriges Bäumchen. Durchschnittl. Länge jedes Glieds an der Hauptaxe $= \frac{207.0}{11} = 18.8$ cm

LÄNGEN-		WINKELMESSUNGEN		
Länge der einzelnen Glieder der Hauptaxe cm	Gesamtlänge der Seitentriebe I. Ordnung cm	Axenwinkel —°	Neigungswinkel —°	Geotropischer Winkel —°
3,5	7,625	15,0	10,0	0,0
20,0	24,375	58,3	35,0	10,0
32,0	56,125	74,0	45,0	12,0
21,0	74,33	80,0	47,0	20,0
19,0	86,83	84,0	57,5	25,5
19,0	95,60	87,0	68,0	27,0
17,0	102,625	88,0	75,0	30,0
17,0	×			
19,0	×			
21,0	×			
18,5	×			

207,0 cm Höhe der Hauptaxe.

Tabelle XLI.

Araucaria imbricata *Ruiz et Pavon.*

II. Zehnjähriges Bäumchen. Durchschnittl. Länge jedes Glieds an der Hauptaxe $= \frac{123,0}{10} = 12,3$ cm.

Länge der einzelnen Glieder der Hauptaxe cm	Gesamtlänge der Seitentriebe I. Ordnung cm	Axenwinkel —°	Neigungswinkel —°	Geotropischer Winkel —°
5,0	14,5	50,0	25,0	15,0
20,5	38,5	58,0	30,0	18,0
17,5	45,5	63,0	38,0	22,0
18,0	49,5	70,0	50,0	28,0
17,5	56,5	78,0	61,0	35,0
17,5	60,5	84,0	70,0	37,0
8,0	63,5	89,0	76,0	42,0
8,0	×			
6,5	×			
4,5	×			

123,0 cm Höhe der Hauptaxe.

Tabelle XLII.

Araucaria imbricata *Ruiz et Pavon* (♂ ?).

III. Durchschnittl. Werte; 6 etwa 7jährige Exemplare.

Durchschnittliche Länge jedes Glieds an der Hauptaxe $\frac{81{,}875}{7} = 11.69$ cm.

Länge der einzelnen Glieder der Hauptaxe cm	Gesamtlänge der Seitenaxen I. Ordnung cm	Axenwinkel — °	Neigungswinkel — °	Geotropischer Winkel — °
7,75	15,5	58,0	25,0	10,0
19,875	50,9	64,0	32,0	15,0
17,500	61,33	65,0	40,0	17,5
10,25	67,50	66,0	47,0	22,0
10,00	70,25	68,0	56,0	30 0
8,50	×			
8,00	×			

81,875 cm Gesamthöhe.

Tabelle XLIII.

Araucaria imbricata *Ruiz et Pavon* (♀ ?).

IV. Durchschnittl. Werte; 6 etwa 7jährige Exemplare.

Durchschn. Länge jedes Glieds an der Hauptaxe $\frac{188{,}2}{7} = 26{,}9$ cm.

Länge der einzelnen Glieder der Hauptaxe cm	Gesamtlänge der Seitentriebe I. Ordnung cm	Axenwinkel —°	Neigungswinkel —°	Geotropischer Winkel — °
3,2	13,5	30,0	25,0	17,0
45,2	44,29	65,0	52,0	23,0
37,7	70,04	70,0	55,0	29,0
38,8	87,25	72,0	67,0	37,0
23,5	93,28	76,0	74,0	45,0
26,5	96,50	83,0	85,0	48,0
13,3				

188,2 cm Gesamthöhe.

Tabelle XLIV.

Araucaria imbricata *Ruiz et Pavon* (♀ ?).

Durchschnittl. Werte; 6 etwa 4jährige Exemplare.

Durchschn. Länge der einzelnen Glieder der Hauptaxe $\frac{84{,}57}{4} = 21{,}14$ cm.

Länge der einzelnen Glieder der Hauptaxe cm	Gesamtlänge der Seitentriebe I. Ordnung cm	Axenwinkel —°	Neigungswinkel —°	Geotropischer Winkel —°
24,875	25,25	60,0	45,0	25,0
37,185	62,325	65,0	57,0	30,0
13,66	65,25	83,0	71,0	37,0
8,16	×			

84,57 cm Gesamthöhe.

Diese Thatsachen gelangen im Habitus-Bild bestimmt zum Ausdruck. Während uns die *Abies*-Arten die früher geschilderte Gleichförmigkeit zeigen, finden wir davon bei *Araucaria* nichts.

Wie aus den obigen Tabellen erhellt, machen die Glieder des jüngst gebildeten Quirls von Seitentrieben erster Ordnung anfangs einen verhältnismässig spitzen Axenwinkel. Zur Zeit als sie rosettenförmig am Gipfel des Hauptstammes standen, waren sie sogar senkrecht nach oben gerichtet. Ihre Entwicklung eilt überdies immer der des entsprechenden Triebes der Hauptaxe voran (vergl. Tabellen XLII, XLIII und XLIV Spalte 2), welche letztere sie am Ende der ersten Wachstumsperiode an Länge übertreffen. Deshalb verjüngt sich der Umriss der Krone bei dieser Spezies niemals zu einem Kegel, wie dies bei den *Abies*- u. a. Arten der Fall ist, sondern er stellt stets eine Kuppel- oder vielmehr eine Schirmform dar.

Mit zunehmendem Längenwachstum werden die Spitzen der ebengenannten Glieder weiter von einander getrennt; sie behalten annähernd ihre vertikale Stellung (bilden also einen verhältnismässig kleinen geotropischen Winkel), während die Basalteile derselben Triebe anhaltend zunehmende Axen- und Neigungswinkel mit der Hauptaxe einschliessen.

Dieses Verhalten geht in den darauffolgenden Jahren regelmässig weiter, bis die Glieder des genannten Quirls sich ungefähr in der Mitte der Krone befinden.

Von dieser Zeit an hört die weitere Zunahme des Axenwinkels auf; indessen nimmt der Neigungswinkel immer noch an Grösse zu.

Diese Abwärts-Bewegung der Triebe erster Ordnung geht weiter und weiter, bis sie schliesslich im unteren Teile der Krone den Boden berühren.

Die obengenannte Maximalgrösse des Axenwinkels beläuft sich bei Exemplaren von mittlerem Alter durchschnittlich auf 90°, dagegen erreicht der Neigungswinkel manchmal eine Grösse von mehr als 130°.

Liegen die Seitentriebe schon teilweise auf dem Boden, so erreichen die Spitzen manchmal wieder eine vertikale Stellung; sie zeigen aber niemals die Tendenz, multilateral zu werden, wie es unter gleichen Umständen bei anderen Arten, z. B. *Sequoia sempervirens Endlicher* der Fall ist, sondern sie bewahren stets ihre Bilateralität.

Die Seitentriebe zweiter Ordnung entstehen in horizontaler Ebene, paarweise in der Achsel einiger der an den Trieben erster Ordnung spiralig verteilten Blätter, sie können schon an den Gliedern des obersten Quirles hervorgebracht werden und sind, wie die anderen Axen, dicht mit derben Nadeln bedeckt, die aber stets kürzer sind als die der niedrigeren Axen.

Diese Triebe zweiter Ordnung bleiben stets unverzweigt. Sie bilden mit ihrer betreffenden Mutteraxe immer einen mehr oder minder spitzen Winkel, und zeigen in den unteren Regionen des Baumes eine deutliche Neigung in vertikaler Ebene nach unten, eine Erscheinung, die bei den schon erwähnten Formen im allgemeinen nicht auftritt, die aber bei *Picea excelsa* var. *pendula* sehr auffallend ist.

Was das Längenwachstum der Triebe zweiter Ordnung anbelangt, so tritt uns hier wiederum dieselbe Thatsache entgegen, die wir schon bei den Trieben erster Ordnung beschrieben haben, nämlich, dass an den noch jungen Teilen der Mutteraxe ein vorwiegendes Wachstum der Tochtertriebe stattfindet. Die letzteren erfahren aber im Laufe der Jahre eine ausserordentlich rasche Abnahme in der Länge der periodisch gebildeten Glieder.

Infolge dessen sind die Tochteraxen im vorderen Teil des Muttertriebes stets länger, im hinteren stets kürzer, als das entsprechende Stück der Mutteraxe. (S. Figur 5.)

Fig. 5

Halbschematisches Bild eines Seitentriebes von Araucaria imbricata.

Diese Thatsache geht deutlich aus der Betrachtung der folgenden Messungen hervor: dieselbe waren auf einem, ungefähr in der Mitte der Krone eines mehrjährigen Exemplars befindlichen Seitentriebe erster Ordnung gemacht.

Gesamtlänge der Mutteraxe (cm) zwischen betreff. Punkte und Spitze	148	130	110	92	76	60	45	31	17	9
Unterschied (= Länge der einzelnen Glieder der Mutteraxe)	18	20	18	16	16	15	14	14	8	
Gesamtlänge der einzelnen Seitentriebe II. Ordnung.	86	85,5	84	80	74	58	44	32	22	15

Das anfänglich rasche Voraneilen der Tochtersprosse im Wachstum gegenüber dem der Mutteraxe und das spätere rasche Nachlassen des Wachstums jener Triebe, müssen als zwei höchst charakteristische und wichtige Merkmale des Habitus der *Araucaria imbricata* bezeichnet werden.

In eine Betrachtung der weiteren Ausbildung des Habitus der ebenbeschriebenen Spezies bis zur Zeit des hohen Alters können wir hier nicht eingehen. Die auf Seite 56 stehende Abbildung (Fig. 6) möge aber einen Begriff der Form geben, welche alte Exemplare in ihrer Heimat annehmen.

Fig 6.

Araucaria imbricata (Habitus-Bild eines alten Baumes).

Nach einem in der „NORTH" Sammlung Zu Kew, London, befindlichen Gemälde gezeichnet.

Araucaria excelsa *Brown.*

Die Vertreter dieser Spezies stimmen, trotz ihrer abweichenden Gestalt, in manchen wichtigen Merkmalen des Habitus mit der letztbesprochenen *A. imbricata* überein. Hier wie dort ist die Zahl der Ordnungen von Seitentrieben auf zwei beschränkt; es fehlen auch hier vollständig Niederblätter und Zwischentriebe, und in einer noch auffallenderen Weise eilen die Seitentriebe der Hauptaxe im Wachstum voran.

Es sind hauptsächlich die verschiedene Lage der Seitentriebe erster Ordnung, ihre charakteristische Verzweigung und die ganz überraschenden Wachstumsverhältnisse zwischen Hauptaxe und Seitentrieben, in geringerem Masse auch die verschiedene Gestalt der Blätter, welche den Habitus der *Araucaria excelsa* am meisten auszeichnen und ihn von dem der oben geschilderten *Araucaria imbricata* unterscheiden.

Beobachtungen an Araucaria excelsa. [1]

Tabelle XLV.

Araucaria excelsa *Brown.*

Länge der Abschnitte an der Hauptaxe cm	Zahl der Seitentriebe in jedem Quirle	Länge der Seitentriebe I. Ordnung cm	Unverzweigter Teil des Triebes I. Ordnung cm	Verzweigter Teil des Triebes I. Ordnung cm	Zahl der Seitentriebe II. Ordnung an beiden Flanken ihrer Mutteraxen	
					Rechts	Links
24,0	6	45,0	6	39,0	23	24
90,0	6	96,6	6	90,0	53	54
55,0	6	154,0	6	148,0	100	102
35,0	7	162,0	6	156,0	105	106
82,0	6	179,0	6	173,0	119	120
38,0	5	160,0	×	×	×	×
24,0	6	154,0				
194,0 (Länge der Hauptaxe von der Basis der Krone bis zum Boden)						
542,0 cm Gesamthöhe.						

× Seitentriebe II. Ordnung schon an diesem Punkte abgefallen.

Tabelle XLVI.

Araucaria excelsa *Brown.*

A.

Länge der Glieder an der Hauptaxe cm	Gesamtlänge der Seitentriebe I. Ordnung. cm.	Alter der Seitentriebe I. Ordnung	Länge des unverzweigten Teils der Triebe I. Ordnung cm	Zahl der Triebe II. Ordnung an beiden Flanken ihrer Mutteraxen	
8,0	20,6	2	4,5	14	15
9,5	48,8	5	4,5	42	41
21,0	48,0	—	4,5	38	37
16,5	42,0	—	4,5	32	31
15,0	Seitentriebe hier grösstenteils zu Grunde gegangen				
72,0 (= 5 Abschnitte)					
142,0 cm Gesamthöhe.					

1) Die, in Tabelle XLV niedergelegten Messungen, beziehen sich nur auf ein älteres Exemplar.

B.

8,5	18,5	1	4,5	11	11
10,0	42,1	4	4,5	34	35
16,0	32,5	—	4,5	24	25
10,0	Seitentriebe hier zum Teil zu Grunde gegangen.				
47,5 (= 4 Abschnitte)					
92,0 cm Gesamthöhe.					

C.

4,0	26,0	2	4,0	17	18
12,0	37,3	5	4,0	30	31
10,5	40,1	—	4,0	28	29
10,5	38,0	—	—	—	—
57,0 (= 5 Abschnitte)					
94,0 cm Gesamthöhe.					

D.

5,5	40,5	3	5,0	26	27
10,5	50,5	6	5,0	34	35
8,0	30,0	—	—	—	—
24,0 (= 3 Abschnitte)					
48,0 cm Gesamthöhe.					

Die jungen, im Wachstum begriffenen Seitentriebe erster Ordnung, die hier wie bei *Arauc. imbriata* in Scheinquirlen von je 5—7 Gliedern an der Hauptaxe stehen, bleiben eine Zeitlang unverzweigt. Dann aber erscheinen an denselben in der Achsel einiger der seitlich stehenden Blätter die Anlagen der Triebe zweiter Ordnung, die alsbald zur Ausbildung gelangen.

Diese erfahren wohl Verlängerung, aber keine weitere Verzweigung, so dass demnach das ganze Verzweigungssystem sich hier aus der Hauptaxe, den Seitensprossen erster und zweiter Ordnung aufbaut, und zwar werden die beiden Formen von Seitengliedern schon im obersten Spross-Stockwerke angelegt.

Die Seitentriebe erster Ordnung stehen während der ganzen Entwicklungszeit in annähernd horizontaler Lage. Diejenigen zweiter Ordnung dagegen besitzen die Tendenz, wenn auch nur in geringem Masse, sich am Anfang ihrer Entwicklung aufzurichten.

Wie bei *A. imbricata* und bei vielen anderen Coniferenarten, sind auch hier diejenigen Nadeln am längsten, die jedesmal die Mitte der Jahrestriebe einnehmen. An einem erwachsenen Seitentriebe besitzt die Verbindungslinie der Spitzen der Nadeln infolge

dessen eine wellenförmige Contur, in deren Vertiefungen sich jedesmal die Ansatzstelle der Fortsetzungen der periodisch entwickelten Triebe befindet. (Vergl. Figur 7 bei A, B, C etc.)

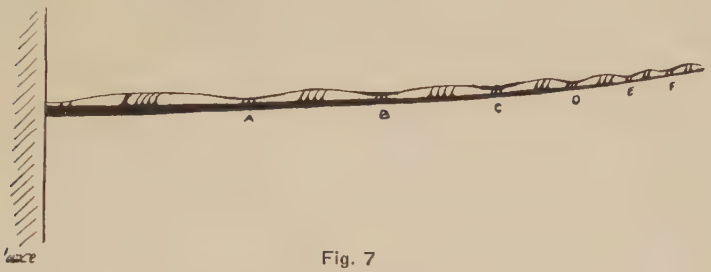


Fig. 7

Araucaria excelsa.

Wellenförmiger Umriss der Nadeln. (Seitentriebe II. Ordnung sind nicht angeführt.)

Es ist gerade dieser Umstand, welcher uns die Möglichkeit gestattet, die Wachstumsverhältnisse zwischen der Hauptaxe und den Seitentrieben erster Ordnung aufzudecken.

Die Resultate unserer Beobachtungen sind in der obenstehenden Tabelle (Tab. XLVI) niedergelegt.

Betrachten wir zunächst die Verhältnisse, wie sie sich am jüngst gebildeten Quirle finden, so sind die folgenden Punkte hervorzuheben.

Die letzte Fortsetzung der Hauptaxe bei den Objekten A, B und C sind alle in diesem Jahre (1898) entstanden; diejenige bei Object D, die auch jetzt noch bloss eine Länge von 5,5 cm hat (Vergl. Tabelle XLVI bei D), wurde teilweise im vorigen Jahre gebildet. (Siehe Figur 8.)

Die zu diesen gehörenden Seitentriebe erster Ordnung weisen verschiedene Alter auf, nämlich die Seitentriebe bei A 2, bei B 1, bei C 2 und bei D 3 Jahre.

Im nächstfolgenden Quirle beläuft sich die Zahl der verflossenen Wachstumsperioden der Seitentriebe bei A auf 5, bei B auf 4, bei C auf 5 und bei D auf 6.

Es entsprechen somit diesen Zahlen, bezw. 5, 4, 5 und 6, in allen Fällen nur zwei Abschnitte der Hauptaxe.

Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich erstens, dass das Höhenwachstum der Hauptaxe entweder sehr langsam vor sich geht (wie bei D), oder dass es thatsächlich eine Zeit lang ins Stocken gerät, um nachher wieder plötzlich in ein rascheres Tempo

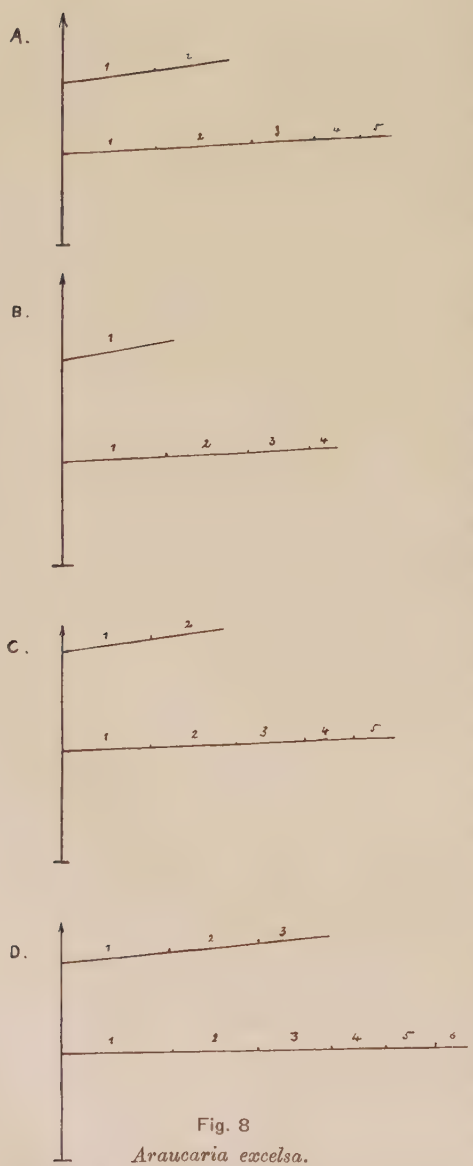


Fig. 8
Araucaria excelsa.
Wachstum der Hauptaxe und Seitentriebe I. Ordnung. Schematisch.

überzugehen. Der ganze Zwischenraum kann also entweder in einem Jahre gebildet werden, oder er kann zwei oder drei Jahre zur völligen Entwicklung nötig haben.

Zweitens, mag dieses Wachstum ein stetig langsames, oder mehr stossweise vor sich gehendes sein, das Resultat bleibt unverändert, nämlich: dass stets zwischen den Gliedern zweier übereinander stehender Quirle sich ein Altersunterschied von 3 Jahren wahrnehmen lässt; mit anderen Worten, während die neugebildeten Seitentriebe in einer Periode von 3 Jahren 3 Zuwachse erzeugen, verlängert sich der entsprechende Teil der Hauptaxe in derselben Zeit nur um ein Glied.

Ähnlichen eigentümlichen Verhältnissen werden wir weiter unten begegnen.[1])

Die Seitentriebe erster und zweiter Ordnung erfahren eine durchaus regelmässige Entwicklung. Während der ersten Wachstumsperioden nach der Entstehung eines neuen Quirls nehmen die Glieder erster Ordnung um eine

1) Bei Dammara.

bedeutende jährliche Strecke in die Länge zu. Sie erreichen sogar innerhalb zweier oder dreier Wachstumsperioden beinahe ihre vollständige Ausbildung. Das verhältnismässig rasche Wachstum lässt dann plötzlich nach und die später gebildeten Zusätze belaufen sich, der Länge nach, nur auf wenige Centimeter; endlich hört das weitere Längenwachstum der betreffenden Triebe völlig auf.

Den Seitentrieben zweiter Ordnung kommt ein noch beschränkteres Wachstum zu. Auch bei diesen wird ungefähr $^3/_4$ der ganzen Länge während der ersten zwei Entwicklungsperioden gebildet; sie weisen selten mehr als fünf solcher Perioden auf und erreichen während dieser Zeit eine Länge von ungefähr 38 cm. Dann hört das weitere Wachstum auf.[1])

Die Seitentriebe zweiter Ordnung gehen indessen nicht alsbald mit dem Aufhören des Längenwachstums zu Grunde; sie bleiben vielmehr eine Zeit lang erhalten, und zwar etwa so lange, bis die Mutteraxe dreizehn Wachstums-Perioden aufweist.

Mit dem Beginn des Absterbens zeigen die Triebe, sowohl der ersten als der zweiten Ordnung eine deutliche Neigung nach unten, die allerdings nicht so ausgesprochen ist wie bei *Ar. imbricata.*

Die Seitentriebe zweiter Ordnung fallen beim Absterben nicht stückweise, sondern gleich ihrer ganzen Länge nach ab.

Die Nadeln dagegen werden nicht wie bei *Araucaria imbricata,* den *Abies*-Arten u. A. abgeworfen, sondern sie sterben ganz allmählich von ihren Spitzen aus ab.

Die Dauer der Blätter ist an den verschiedenen Axen eine verschiedene, an der Hauptaxe sind sie schon unterhalb des vierten Quirles abgestorben, dagegen an einem 13jährigen Seitentriebe sind sie grösstenteils noch grün.

Dammara *Rumphius.* Agathis *Salisbury.*

Die *Agathis*-Arten bieten bei flüchtiger Betrachtung wenige Punkte, aus welchen ihre nahe systematische Verwandtschaft mit den *Araucaria*-Arten sich erkennen liesse; jedoch zeigen die Habitus-Verhältnisse beider, neben manchen Abweichungen, eine Anzahl gemeinsamer Merkmale.

---

1) Vergl. Tabelle XLV; Länge der Triebe zweiter Ordnung am fünften Quirle von Trieben erster Ordnung; letztere 179 cm lang.

Sie weichen von den eben beschriebenen *Araucaria*-Formen hauptsächlich durch die folgenden Züge ab:

1) Die Gestalt und Anordnung der Blätter,

2) das Vorhandensein von ächten Knospen mit Niederblättern,

3) eine grössere Anzahl von Sprossordnungen.

Als geeignetes Beispiel für die Eigentümlichkeiten im Wachstum dieser Gattung sei *Ag. Moorei* betrachtet.

Agathis Moorei *Salisbury.*

Die Hauptaxe wächst senkrecht nach oben und wird von verhältnismässig kurzen Gliedern gebildet. Sie erzeugt am Ende jeder Wachstumsperiode eine einzige Endknospe, womit sie ihre Entwicklung zunächst abschliesst; sie erzeugt keine äusserlich sichtbaren Seitenknospen.

Das jüngst gebildete Glied der Hauptaxe ist dicht mit breiten, derben, deutlich gestielten, spiralig angeordneten Blättern bedeckt, deren Basen einander berühren.

Das ebengenannte, mit dunkelgrünen Niederblättern umhüllte Ende enthält nicht nur die zur künftigen Streckung bestimmte Fortsetzung der Hauptaxe, sondern ebenfalls die Anlagen der jungen Seitentriebe erster Ordnung. Diese, die selbstverständlich erst nach der Entfaltung der Endknospe zur Entwicklung gelangen, stehen in Scheinquirlen von meistens je 5 Gliedern. Sie sind auch mit grossen derben Blättern bekleidet, die eine grössere Breite haben als die der Hauptaxe.

Im Anfang sind diese Blätter, wie bei der Hauptaxe, spiralig angeordnet, später aber werden sie durch eine Drehung des Blattstiels in eine annähernd horizontale Lage gebracht, wodurch der ganze Spross bilaterale Gestalt erhält (Tafel III c). Am Ende einer Wachstumsperiode schliessen die Seitentriebe, wie die Hauptaxe, mit einer einzigen Endknospe ab.

Die Glieder, die in den verschiedenen Wachstumsperioden entwickelt werden, sind von einander durch die Narben von abgefallenen Niederblättern sehr deutlich abgegrenzt. Dieselben lassen sich an allen Axen, selbst am ältesten Teile der Hauptaxe noch erkennen.

Noch deutlicher als durch die Blattnarben, machen sich die Absätze kenntlich durch die Streckung der unteren

Internodien jedes Abschnittes, eine Erscheinung, die alsbald in die Augen fällt. (Siehe Abbildungen Tafel IIIa u. b.)

Da meines Wissens diese Eigenschaft in den früheren Schriften nirgends erwähnt ist, so soll sie hier noch etwas eingehender erörtert werden.

Erinnern wir uns zunächst der *Abies*-Arten; bei ihnen ging jeder Sprossabschnitt aus einer Knospe mit Schuppen hervor. Der Ort dieser Schuppen an der Basis des Sprosses bleibt, auch wenn sie abgefallen sind, längere Zeit sichtbar; die Internodien dieser Region aber bleiben kurz. Ferner entspringen die Seitenglieder stets unter diesem Teile aus dem Scheitel des vorhergehenden Abschnittes der Axe.

Anders bei *Agathis*. Hier verlängern sich die Internodien zwischen den oberen Schuppen in auffallender Weise. Ferner entspringen aus den Achseln dieser Schuppen die Seitensprosse; die Verzweigung ist hier also eine basale, nicht eine apicale wie bei den *Abies*-Arten. Damit hängt ferner die wichtige Thatsache zusammen, dass die Seitensprosse an der Basis keine Schuppen führen, sondern ihrer ganzen Länge nach mit Laubblättern besetzt sind.

Die Wachstumsverhältnisse zwischen Hauptaxe und Seitentrieben sind denjenigen bei *Araucaria excelsa* ganz analog. Die Zahl der Glieder ist nämlich an der Hauptaxe von einem gewissen Punkte an bis zur Spitze stets kleiner als die der Glieder an einem, von diesem Punkte ausgewachsenen Seitentriebe erster Ordnung. Das Verhältnis beträgt hier 1 : 2, nicht wie dort 1 : 3.

Die beigefügten Messungen (Tabelle XLVII) mögen diesen Punkt noch verständlicher machen.

Tabelle XLVII.

Agathis Moorei *Salisbury*.

LÄNGENMESSUNGEN.

An der Hauptaxe		An den Seitentrieben I. Ordnung																	
Basaler Teil jedes Abschnittes cm	Länge der Abschnitte (oberhalb des Entstehungsortes der Seitentriebe I. Ordnung) cm	α = basaler Teil des Triebes (hinter dem Entstehungsorte der Triebe II. Ord.) β = Seitentriebe I. Ordnung																	
		α	+	β	α	+	β	α	+	β	α	+	β	α	+	β	α	+	β	α	+	β
3,0	21,0	×	28,0		4,	31,0													
2,0	18,0	×	36,0		2,	25,0	2,	30,0		2,	21,0								
2,0	13,0	×	25,0		2,	23,0	2,	21,0		2,	19,0		2,	12,0		2,	6,0		
2,0	11,0	×	22,0		3,	20,0	2,	18,0		2,	16,0		2,	10,0		2,	8,0	2,	5,0	×	×
3,0	11,0																		
—	—																		
—	—																		
24,0	180,0 (= Länge des Haupttriebes von der Basis der Krone bis zum Boden)																		
36,0	+ 254,0 = Gesamthöhe = 290,0 cm.																		

In diesem Falle ist das Zurückbleiben der Hauptaxe unverkennbar durch periodische Stockung des Wachstums zu Stande gekommen. Jedes vorhandene Glied derselben wurde während einer einzigen Wachstumsperiode gebildet.

Auf Grund meiner, sich über zwei Jahre erstreckenden Beobachtungen glaube ich vermuten zu können, dass auch die Knospen der Seitentriebe beträchtlich grosse Ruheperioden durchmachen können, ja, dass diese vielleicht ein ganzes Jahr dauern können.

Noch ein deutlich ausgeprägtes und für den Habitus dieser Spezies wichtiges Merkmal ist die Verzweigungsfähigkeit der verschiedenen Axen.

Die Zahl der Ordnungen von Seitentrieben ist bei *Agathis Moorei* auf drei beschränkt; diese Zahl wird schon bei den am viertletzten Quirle der Hauptaxe befindlichen Spross-Systemen erreicht; schon an diesen Trieben findet eine weitere Verzweigung nicht mehr statt. Diesen und überhaupt den weiter nach unten stehenden Seitentrieben, kommt auch kein weiteres Längenwachstum zu. Sie bleiben indessen noch eine Zeit lang am Leben, um endlich ganz allmählich abzusterben.

Diesen Umständen zufolge gewähren die *Agathis*-Arten ein

auffallend regelmässig säulenförmiges Habitus-Bild. Auch hier ist die Krone nach oben schirmförmig abgerundet.

Die neugebildeten Seitentriebe erster Ordnung bilden mit der Hauptaxe stets einen spitzen Winkel von etwa 60°. Mit zunehmendem Alter nimmt die Grösse dieses Winkels allmählich zu, bis die Triebe in annähernd horizontale Lage gelangen. Von dieser Zeit an bleibt sie ungefähr konstant. Es findet keine bedeutende Neigung der Triebe nach unten statt.

Die Seitentriebe II. Ordnung sind stets quirlförmig angeordnet. Auch bei diesen beläuft sich der Axenwinkel durchschnittlich auf 60°.

An einem von mir untersuchten Exemplar von *Agathis australis* wurden den obengeschilderten Habitus-Merkmalen in jeder Weise ähnliche Verhältnisse vorgefunden.

Die Hauptaxe besass 32 Glieder und war zur Zeit der Untersuchung (Sommer 1898) ungefähr 6 Meter hoch. Die Kronenbildung beginnt anderthalb Meter über dem Boden.

Am untersten Gliede der Hauptaxe, von welcher ein Quirl von noch belaubten Seitenaxen entsprang, waren die Blätter teilweise noch vorhanden. Die genannten Axen erster Ordnung besassen, trotz ihres bedeutenden Alters eine Länge von nur 120 cm und befanden sich noch in einer fast horizontalen Stellung.

Polycormische Formen.

In scharfem Gegensatz zu den bisher beschriebenen Formen steht die Gestaltung solcher Coniferenarten wie *Juniperus communis*, *Taxus baccata*, *Biota orientalis* var. *elegantissima*, u. A., die wir als polycormische Formen bezeichnen.

Wie die rein monocormischen, so durchlaufen auch die rein polycormischen Formen in den ersten Perioden ihrer Entwicklung ein Jugendstadium, in dem sie nur eine Hauptaxe besitzen.

Ein Vergleich der Keimlinge von *Abies* und *Taxus* lässt diese Thatsache sofort erkennen.

Während aber bei den rein monocormischen Formen die Natur des späteren Wachstums und die Art der Verzweigung eine solche ist, dass das ganze System nur eine einzige Mutteraxe behält, treten bei den rein polycormischen schon frühzeitig mehrere Axen auf.

Bei vielen Coniferen findet nach einer, übrigens je nach der Art wechselnden Anzahl von Jahren ein Übergang vom monocormischen zum polycormischen Wachstumsmodus statt. Diese stellen somit Zwischenformen zwischen den beiden Typen dar.

Nicht ganz ausgeschlossen ist der entgegengesetzte Fall, nämlich der Übergang vom polycormischen zum monocormischen Wachstumsmodus. Derselbe geschieht indess niemals bei älteren Bäumen, tritt aber nicht selten im Jugendstadium mancher rein monocormischen Arten von *Abies*, *Picea*, *Chamaecyparis* u. A. auf, die dann oft mehrgipfelig erscheinen.

Auf den folgenden Seiten sollen die leitenden Kennzeichen einiger rein polycormischen Formen einer kurzen Besprechung unterzogen werden. Als Untersuchungsgegenstand wollen wir zunächst die oben genannte *Biota orientalis* var. *elegantissima* wählen, eine Form mit streng geschlossenem Wuchs, die im Umriss etwa Eiform hat.

Biota orientalis *Endlicher* var. elegantissima.

Die nähere Untersuchung ergibt, dass das ganze Gebilde lediglich von 5—6 stärkeren, senkrecht in die Höhe wachsenden Axen aufgebaut ist.

Diese Axen entspringen dicht über dem Boden aus der kurzen primären Hauptaxe; es lässt sich jedoch meistens am ausgebildeten Strauche nicht mit Sicherheit entscheiden, ob eine der genannten stärkeren Axen die direkte Verlängerung der Hauptaxe darstellt oder nicht. In manchen Fällen tritt auch gleich am Grunde Gabelung in zwei stärkere, sich rasch wieder verzweigende Axen ein.[1])

Versuchen wir nunmehr, in die nicht ganz einfachen Wachstums- und Verzweigungsverhältnisse dieses Systems einen Einblick zu gewinnen, und beginnen wir mit der Untersuchung des obersten Jahrestriebes einer der stärkeren sekundären Hauptaxen, so ergiebt sich folgendes: —

Der Trieb ist, wie der erste Blick zeigt, aus einer Anzahl von mehr oder minder gestreckten Internodien zusammengesetzt, die von einander durch die sich ursprünglich um 90° kreuzenden Blattpaare abgegrenzt sind.

In der Streckung der einzelnen Internodien herrscht dieselbe Regelmässigkeit, welche bei manchen Laubhölzern, wie z. B. der Eiche, der Birke, der Rosskastanie u. A. vorkommt, deren genauere Beschreibung sich in dem erwähnten Werke Wigand's findet.[2])

Dass aber dieser Vorgang bei vielen Coniferen, und insbesondere bei den Cupressineen, in ähnlicher Weise sich vollzieht, scheint diesem Forscher entgangen zu sein.[3])

Diejenigen Stengelglieder, die die Basis und die Spitze eines jeden Jahrestriebes einnehmen, bleiben bei unserer Spezies verhältnismässig kurz, während die in der Mitte des Triebes befindlichen eine ziemlich starke Streckung erfahren.

---

1) Der Deutlichkeit halber werden wir bei den polycormischen Formen diejenigen Axen, welche, obwohl sie ursprünglich als Seitenglieder entstanden sind, doch die Gestalt und Beschaffenheit von Hauptaxen angenommen haben und im Allgemeinen die Stelle von Hauptaxen vertreten, als sekundäre Hauptaxen (Hauptaxen II) bezeichnen.

2) Wigand, Der Baum, S. 38.

3) l. c. S. 37. „Bei den Kiefern- und Tannenarten (Pinus und Abies) und beim Lebensbaum, wo sämtliche Stengelglieder verkürzt bleiben, fehlt natürlich auch ein in der Längenverschiedenheit begründeter Cyklus innerhalb des Jahrestriebes "

Die von Wigand angegebenen Bezeichnungen, Anfangs-, Haupt- und Endglieder, werden hier in demselben Sinne gebraucht, in welchem sie von dem genannten Forscher angewandt wurde.

Betrachten wir nun diese Verhältnisse etwas genauer.

Unser Jahrestrieb hat eine Länge von 32,0 cm. Auf diese Strecke kommen 30 Internodien, die in folgender Weise verteilt sind:

Unten 3 Anfangsglieder,
21 Hauptglieder,
Spitze 6 Endglieder.

Das längste Internodium (Hauptglied) steht kurz unterhalb der Mitte des Jahrestriebes, und seine Länge beträgt 2,0 cm. Die Längen der übrigen Internodien sind folgende:

Tabelle XLVIII.

Klasse	Länge der einzelnen Internodien cm						Gesamtlänge der Internodien einer Klasse	Durchschnittliche Länge der Internodien
Anfangsglieder	0,5	0,7	0,8				2,0 cm	0,6 cm
Hauptglieder	1,3	1,4	1,7	2,3	1,5	1,5	26,2	1,248 cm
	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
	1,4	1,3	1,2	1,3	1,1	1,0		
	1,0	1,1						
Endglieder	1,0	0,9	0,9	0,5	0,4	0,3	3,8 cm	0,63 cm

NB. Die Zahlen sind von links nach rechts zu lesen.

Aus diesen Messungen ergiebt sich die genannte allgemeine Regel, doch zeigen die einzelnen Internodien zahlreiche Schwankungen.

Ausser der ebenerwähnten Regelmässigkeit lässt sich noch in der Streckung der Axen verschiedener Ordnung ein ziemlich konstantes Verhältnis wahrnehmen.

Die Seitentriebe erster Ordnung zeigen bei unserer Varietät eine allmähliche Längenabnahme, je weiter sie von der Spitze ihrer Mutteraxe (Hauptaxe II) entfernt sind.

Dabei ergiebt sich, in den von mir untersuchten Fällen, dass die starken Hauptglieder, die das eigentliche Gerüst der Pflanze ausmachen, in Verzweigungssystemen enden, die eine auffallende Regelmässigkeit erkennen lassen. Diese besteht darin, dass die Zahl der Internodien eines Seitengliedes gleich ist der Zahl der Internodien, die die Hauptaxe über der Ansatzstelle des Seitensprosses besitzt. (Vergl. Fig. 9 Seite 71.)

Die Zahl der Internodien an dem zu unterst stehenden Seitentriebe erster Ordnung AB (Fig. 9) gleicht genau der Zahl der Internodien an der Hauptaxe II von A bis A'. Ebenfalls gleich ist die Zahl der Internodien am Seitentriebe α β und am Stücke der Hauptaxe II zwischen α und A'.

Der Längenunterschied beider, Mutter- und Tochter-Axen, entspricht also annähernd dem Masse der Längenabnahme der den beiden Axen zugehörenden Stengelglieder.

Die folgende Tabelle enthält die wirklichen Messungen.

Tabelle XLIX.

	Seitentriebe I. Ordnung		Hauptaxe II.		Zahl der Internodien zwischen je zwei Seitentrieben I. Ordnung
	Länge cm	Zahl der Internodien	Länge cm	Zahl der Internodien	
Basis	§ 15,5	30	32,0	30	5
	13,3	25	27,0	25	4
	§§ 11,5	21	21,0	21	4
	10,5	17	16,5	17	5
	6,8	12	11,0	12	6
Spitze	3,5	6	4,3	6	

§, §§, Siehe S. 70

Wie wir sehen, ist der an der Basis unseres Jahrestriebes stehende Seitentrieb erster Ordnung während der gleichen Wachstumsperiode nur ungefähr halb so lang geworden al. die Hauptaxe selbst, obgleich beide die gleiche Anzahl Internodien besitzen.

Dieses Verhältnis wiederholt sich an den Seitentrieben höherer Ordnung jedoch nicht. Sie unterscheiden sich dadurch, dass sie anstatt mehrerer, nur ein einziges kurzes Anfangsglied je an der Basis bilden; ferner dadurch, dass die Streckung der Internodien bei den zuletzt gebildeten Gliedern eines Systems sehr beschränkt ist, so zwar, dass die Länge eines solchen Internodiums, die der ihm zugehörenden Blätter entweder wenig oder gar nicht übertrifft.

Was das Sprossbildungsvermögen der verschiedenen Axen betrifft, so nimmt die Zahl der sprossführenden Stengelglieder einer Axe um so mehr zu, je weiter die betreffende Axe von der Mutteraxe des ganzen Systems (Hauptaxe II) relativ entfernt ist. Diese Regel geht aus der folgenden Tabelle deutlich hervor.

Tabelle L.

A. Hauptaxe II als Mutteraxe des Systems.

Blatt, in dessen Achsel ein Trieb entsteht.								Zahl der Internodien zwischen je zwei Trieben.					
Basis*)	1	6	10	14	19	25ten	Spitze	Basis	5	4	4	5	6	Spitze

B. Seitentrieb erster Ordnung als Mutteraxe des Systems.

Basis *)	5	8	10	14	18	22	26ten	Spitze	Basis	**5**	**3**	2	4	4	4	4	Spitze
	3	6	8	12	16	20	24ten			**3**	**3**	2	4	4	4	4	
	2	3	5	9	11	15	19ten			2	**1**	2	4	2	4	4	
	3	6	10	14	18ten					**3**	**3**	4	4	4			
	2	3	5	9	13ten					2	**1**	2	4	4			
	2	3	6ten							2	**1**	**3**					

C. Seitentrieb zweiter Ordnung als Mutteraxe des Systems §).

B.*)	2	4	6	8	10	12	14	16	19	21	25	29ten	S.	Basis	2	2	2	2	2	2	2	2	**3**	2	4	**4**	Spitze
	2	4	6	8	10	12	14	18	20	24	26	28ten			2	2	2	2	2	2	2	4	2	4	2	2	
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25ten			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	**3**	
	2	4	6	8	10	13	15	17	22ten						2	2	2	2	2	**3**	2	2	4				
	2	4	6	8	10	12	14	16ten							2	2	2	2	2	2	2	2					
	2	4	6	8	10	12ten									2	2	2	2	2	2							
	2	4	6	8ten											2	2	2	2									

C'. Seitentrieb zweiter Ordnung als Mutteraxe des Systems §§).

Basis*)	2	4	6	8	11	13	17ten	Spitze	Basis	2	2	2	2	**3**	2	4	Spitze
	2	4	6	8	11	13	17ten			2	2	2	2	2	2	4	
	2	4	6	9	10	14	18ten			2	2	2	**3**	**1**	4	4	
	2	4	6	10	12	15ten				2	2	2	4	2	**3**		
	2	4	6	8	10	12	14ten			2	2	2	2	2	2	2	
	2	4	6	8	10ten					2	2	2	2	2			
	2	4ten								2	2						

D. Seitentrieb dritter Ordnung als Mutteraxe des Systems §).

B.*)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24ten	S.	Basis	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Spitze
	2	4	6	**8**	10	12	14	16	18	20	22	24ten			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22ten				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20ten					2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
	2	4	6	8	10	12	14	16	18ten						2	2	2	2	2	2	2	2	2				
	2	4	6	8	10	12	14	16	18ten						2	2	2	2	2	2	2	2	2				
	2	4	6	8	10	12	14	16ten							2	2	2	2	2	2	2	2					
	2	4	6	8	10	12	14ten								2	2	2	2	2	2	2						
	2	4	6	8	10ten										2	2	2	2	2								
	2	4	6	8ten											2	2	2	2									
	2	4ten													2	2											

§, §§-Zeichen weisen auf die Stelle des betreff. Systems an der Hauptaxe II. (Vergl. S. 69) — *) Die Zahlenreihen sind von links nach rechts zu lesen.

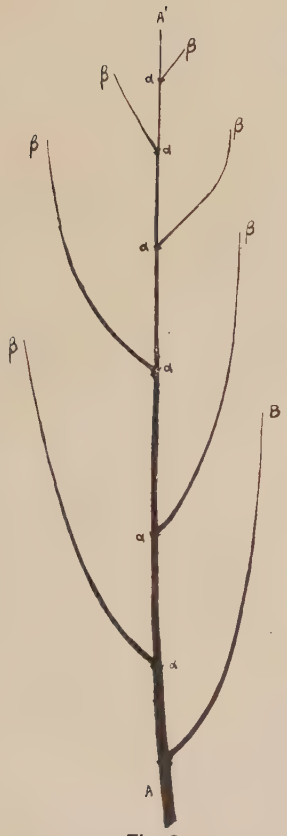


Fig. 9

Biota orientalis var. elegantissima

Gipfel einer sekundären Hauptaxe mit Seitensprossen I. Ordnung.
(Für Erklärung siehe S. 68 oben.)

Fig. 10

Chamaecyparis Lawsoniana

Torsion der Internodien. Nach einer Photographie gezeichnet.

Wie wir sehen, finden sich die Anlagen der Seitentriebe erster Ordnung in der Achsel der 1., 6., 10., 14., 19. und 25. Blätter unseres Jahrestriebes, also 6 Tochteraxen. An den höheren Ordnungen von Seitenaxen nimmt die Zahl der Tochtersprosse zu, bis endlich in der Achsel jedes zweiten Blattpaares ein Trieb entsteht.

Es ergiebt sich also als allgemeine Regel, dass das Sprossbildungsvermögen einer Axe im umgekehrten Verhältnis zu ihrer Länge steht. Je länger die Axe, um so weniger Seitenglieder, je kürzer, um so mehr.

Wir gelangen nun zu den Verzweigungsverhältnissen.

Die grosse Mehrzahl der Sprosse ist, wie bekannt bilateralsymmetrisch gebaut, so dass die Glieder jedes Partial-Systems in einer Ebene liegen.

Häufige Ausnahmen von diesem Verzweigungsmodus finden sich jedoch bei den stärkeren Gliedern des Systems, und hierauf beruht es, dass häufig scheinbar multilaterale Sprossbüschel entstehen.

Wo in unseren eben angegebenen Tabellen ungerade Zahlen stehen (mit fetten Ziffern angegeben), da findet jedesmal dieser Wechsel statt, der nichts anderes bedeutet, als die Tendenz von seiten der betreffenden Axen zum multilateralen Verzweigungsmodus überzugehen.

Wie ein Blick zeigt, tritt derselbe am meisten unter den niedrigeren Ordnungen von Seitentrieben, und zwar bei der Hauptaxe II sowohl in der unteren als in der oberen Region des Triebes auf. Bei den Seitentrieben erster Ordnung findet er meistenteils im unteren, d. h. basalen Teil, und bei den Seitentrieben zweiter Ordnung am häufigsten in der oberen Region des betreffenden Triebes statt.

Die Seitentriebe dritter und höherer Ordnung schliesslich zeigen, wenigstens in den oberen Baumteilen, eine meist ununterbrochene Bilateralität.

Was diese Erscheinung im Zustandekommen des ganzen Gebildes für eine Rolle spielt, werden wir weiter unten erörtern.

Zunächst muss noch ein eigentümliches Vorkommnis berührt werden, welches eine scheinbare Multilateralität in der Anordnung der Seitenaxen hervorruft.

Es ist dieses eine nachträgliche Torsion der Internodien.

Dieselbe tritt am deutlichsten an den sekundären Hauptaxen und an den Seitentrieben erster Ordnung auf. Bei *Biota orientalis* var. *elegantissima*, wo die einzelnen Internodien, im Vergleich mit denjenigen anderer Cupressineen relativ kurz bleiben, tritt die Erscheinung allerdings nicht so stark auf, wie z. B. bei *Chamaecyparis Lawsoniana* (vergl. Abbildung Fig. 10 Seite 71).

Die folgenden Zahlen zeigen, wie sie an unserem Jahrestriebe vorkommt.

Internodium Hauptaxe II	Torsion
5ten	20°
6ten	50°
8ten	30°
19ten	45°
21ten	45°
23ten	30°

Im Ganzen eine Torsion von 220°, die stets in der Richtung von rechts unten nach links oben vor sich geht.

An den Seitentrieben erster Ordnung treten tordierte Internodien nur an der Basis der betreffenden Axen auf und zwar in der Mehrzahl der Fälle gerade da, wo der unterste Seitentrieb entspringt. Die Torsionsrichtung bei diesen Trieben ist dieselbe wie an der Hauptaxe II.

Was die Lage der Seitentriebe an der Spitze der sekundären Hauptaxen betrifft, so finden wir bei unserem Untersuchungsobjekte ähnliche Verhältnisse, wie sie bei *Araucaria imbricata* vorkommen. Bei diesen und anderen Coniferenarten, wo keine eigentlichen Knospen, sondern nur knospenartige Enden der Triebe vorhanden sind, [1]) ist die Grösse des Axenwinkels zuerst sehr klein.

Mit der Zeit nimmt dieser Winkel regelmässig zu, bleibt aber am Schluss der ersten Wachstumsperiode bei unserem Objekte immer noch spitz.

In der Nähe der Spitze der betreffenden Axen wachsen die noch jungen Seitentriebe von ihrem Entstehungsorte an der Mutteraxe geradlinig hinaus. Von einem gewissen Alter an zeigen aber alle eine deutliche Neigung nach oben, bezw. in der Richtung nach der Spitze der betreffenden Mutteraxe hin. Diese Neigung

1) vid. A. Henry, „Knospenbilder" Verhandl. der K. Leop.-Carol. Akademie der Naturforscher Bd. XIV, Abt. I, 1847.

wird später um so stärker ausgesprochen, je niedriger die Ordnung des betreffenden Seitentriebes ist.

Es versteht sich von selbst, dass die Ursache dieser sekundär eintretenden Wachstumsrichtung die Schwerkraft ist.

Bei den höchsten Ordnungen von Seitentrieben eines Systems ist keine Neigung wahrzunehmen; diese sind stets an beiden Seiten ihrer Mutteraxe geradlinig ausgebildet, d. h. die Grösse des Neigungswinkels wird bestimmt durch die Grösse des Axenwinkels.

Die bisher erwähnten Ergebnisse sind, in Beziehung auf den Habitus im oberen Baumteil folgende:

1) Das Wachstum eines Gliedes in einem Verzweigungssysteme wird bestimmt durch den Ort, den es im Systeme einnimmt. Daraus folgt, dass die Länge des einzelnen Internodiums mit der relativen Entfernung des betreffenden Seitentriebes von der Hauptaxe II abnimmt.

2) Das Sprossbildungsvermögen der verschiedenen Axen nimmt mit deren relativer Entfernung von der Hauptaxe II regelmässig zu.

3) Die Veränderung der Verzweigungsebene und die Drehung einzelner Internodien treten hauptsächlich an den Axen niedriger Ordnung auf. Die erste führt eine wirkliche, die zweite eine scheinbare Multilateralität in der Anordnung der Triebe herbei.

4) Die Axen niedrigerer Ordnungen zeichnen sich durch einen hohen Grad von negativem Geotropismus aus, welcher in der Weise zum Ausdruck kommt, dass die betreffenden Axen mit der Zeit eine annähernd vertikale Wachstumsrichtung annehmen.

An den mittleren und unteren Teilen unserer Pflanze haben die ursprünglichen Verhältnisse gewisse Veränderungen erfahren.

Sobald das System eine grössere Dichtigkeit erlangt hat, kommt seinen inneren Teilen eine schwächere Beleuchtung zu, als den äusseren. Nach und nach wird die Beschattung jener so gross, dass sie ihre Funktionen nicht mehr erfüllen können und zu Grunde gehen. An den äusseren Gliedern wiederholt sich dieser Prozess; auch an ihnen sterben wieder die nach innen gewandten Sprosse ab und es entstehen so scheinbar sympodiale Spross-Systeme von charakteristischem Aussehen, die aber sämtlich monopodialen Ursprungs sind.

Auf die eingehende Besprechung des Habitus anderer rein polycormischer Bäume oder Sträucher soll in der vorliegenden

Arbeit verzichtet werden. Über das Zustandekommen der Gestalt solcher Formen können wir jedoch im Allgemeinen sagen, dass der Grad der Ausbildung der polycormischen Gestaltung im Grunde mit den folgenden zwei Bedingungen zusammenhängt:

1) Mit der Altersgrenze, in der die Hauptaxe ihre dominierende Bedeutung verliert, und an ihrer Stelle wenige oder zahlreiche Seitenglieder auftreten, denen die Eigenschaften sekundärer Hauptaxen zukommen.

2) Bis zu welchem Grade die verschiedenen sekundären Hauptaxen geotropisch sind.

Zu diesen Bedingungen kommen noch weitere Eigenschaften hinzu, welche den Habitus der verschiedenen Spezies im Einzelnen charakterisieren.

Unter den *Cephalotaxus-*, *Juniperus-*, *Podocarpus-* und *Taxus-*Arten findet sich eine Anzahl von Pflanzen, die in ihrem Wachstumsmodus die vorherrschende Bedeutung dieser Bedingungen darstellen.

Man vergl. z. B. Formen wie *Juniperus squamata* Don, *J. procumbens* Pursh und *J. Sabinoides*, Gestaltungen, bei welchen überall der polycormische Wachstumsmodus bis auf das Äusserste ausgeprägt ist, und zwar dadurch, dass die Hauptaxe in der Mehrzahl der Fälle früh im Wachstum zurückbleibt, und zahlreiche Seitenglieder als sekundäre Hauptaxen auftreten.

Ferner bildet die Wachstumsrichtung dieser sekundären Hauptaxen bekanntlich ein auffallendes Kennzeichen des Habitus der betreffenden Arten. Bei *Juniperus squamata* nehmen alle Axen eine horizontale Stellung an und legen sich, weit ausgestreckt, dicht über den Boden hin, eine Erscheinung, die vielleicht auf transversalem Geotropismus beruht.

Bei *J. Sabinoides* zeigen nur die ältesten Teile der sekundären Hauptaxen diese Eigenschaft. Die Spitzen sämtlicher Axen besitzen die Tendenz, sich zu annähernd vertikaler Lage aufzurichten.

In Hinsicht auf die erwähnten Punkte vergl. man ferner Formen wie *Cephalotaxus drupacea* Siebold, *C. Fortunei* Hooker und *C. pedunculata* var. *fastigiata* Carrière.

Bei den ersten zwei Formen löst sich die Hauptaxe wiederum dicht über dem Boden in 4—5 genau senkrecht in die Höhe wachsende sekundäre Hauptaxen auf, die während jeder Entwicklungsperiode horizontale Seitentriebe erster Ordnung in viergliedrigen Quirlen erzeugen.

Ferner zeigen diese Triebe eine kammförmige Anordnung der Blätter, sowie eine für die wagerecht stehenden Teile der Seitenglieder höherer Ordnung charakteristische Stellung.

Bei *C. pedunculata* var. *fastigiata* ist die polycormische Gestaltungsweise noch deutlicher ausgeprägt. Hier löst sich die Hauptaxe wenige Centimeter über der Erde in eine grosse Anzahl aufrechter, gleichwertiger und mit wenigen Ausnahmen vollständig unverzweigter Tochteraxen auf.

Die *Taxus*-Arten bilden bekanntlich zwei Formen; die sich reich verzweigenden, umfangreichen, buschförmigen Gestalten wie *Taxus baccata* und die streng geschlossene, sogenannte Pyramiden-Form, *Taxus baccata* var. *fastigiata*. Bei der letzteren ist die Zahl der Seitentriebe gering, aber alle sind mit starkem negativem Geotropismus ausgestattet, wodurch die bekannte Gestalt entsteht, die wir auch bei einer Anzahl von Laubhölzern finden.

Zwischenformen.

Wir gelangen nun zu denjenigen Formen, die etwa zum Culminationspunkte ihres Höhenwachstums das Verhalten monocormischer Formen, von da an aber das der polycormischen zeigen.

Der Übergang hängt natürlich im Wesentlichen von inneren, mit der Natur der Spezies zusammenhängenden Ursachen ab, doch wird er bekanntermassen von klimatischen Verhältnissen und noch anderen Bedingungen, wie z. B. der Natur des Standortes etc., in beträchtlicher Weise beeinflusst, nicht nur in Bezug auf den Grad der Ausprägung, sondern auch in Bezug auf die Zeit, in welcher der Übergang beginnt.

Aus der grossen Anzahl hierhergehöriger Formen sollen hier nur einige der auffallendsten ins Auge gefasst werden.

Die *Pinus*- und *Cedrus*-Arten gewähren uns Beispiele, bei denen der betreffende Vorgang deutlich ausgeprägt ist (*P. sylvestris*, *P. halepensis*, *P. Pinea*, *P. montana*; *Cedrus Libani*, *Larix europaea*[1]). Ausserdem kommen noch unter den Tsugae, Thujopsidinae, Cupressinae, Taxodiae, u. a. Gattungen, sehr bemerkenswerte Zwischenformen vor.

Die *Pinus*-Arten haben zunächst streng monopodiale Verzweigung; sie bilden ihre vollkommenen Knospen der Regel nach nur an den Enden der Jahrestriebe aus und nur diese Knospen entwickeln sich zu Hauptzweigen. Zwischentriebe, wie die früher untersuchten *Abies*-Arten sie aufweisen, finden sich hier nur ausnahmsweise.

Was im Allgemeinen die Gestalt der häufiger vorkommenden *Pinus*-Arten bis zum Culminationspunkte des Höhenwachstums anlangt, so ist dieselbe in der reichlichen Forstlitteratur schon so ausführlich behandelt worden, dass es hier nicht nötig erscheint,

1) Unter gewissen Umständen.

auf die Einzelheiten derselben einzugehen. Mit einigen Ausnahmen unterliegt ihre Ausbildung den gleichen Regeln, wie sie dem Habitus der rein monocormischen Formen eigentümlich sind.

Die Seitenglieder der meisten *Pinus*-Arten sind jedoch, wenigstens während gewisser Altersperioden stärker negativ-geotropisch, als z. B. die der *Abies*-Arten. In dieser Beziehung stehen sie der *Araucaria imbricata* am nächsten.

Sehr deutlich tritt uns diese Eigenschaft am Anfang jeder Entwicklungsperiode entgegen, da bekanntlich die jungen sich streckenden Sprosse ohne Ausnahme zunächst eine aufrechte Wachstumsrichtung einschlagen.

Die Art und Weise, nach der die neugebildeten Sprosse während einer Wachstumsperiode von der vertikalen allmählich zu einer geneigten Stellung übergehen, und der Grad der Neigung der älteren Teile der Seitenaxen liefern weitere Merkmale, die den Habitus der Vertreter dieser Gattung kennzeichnen und zwar so, dass je geringer diese Neigung ist, desto gedrungener die Form des Baumes wird. Ferner sind für den Habitus der *Pinus*-Arten, und zwar hier in höherem Grade als bei den meisten anderen Coniferen, andere Merkmale, wie die Art der Benadelung etc., massgebend.

Fig. 11
Pinus sylvestris.
Gipfel zur Kulminationszeit des Höhenwachstums (schematisiert).

Die allmähliche Ausbildung der polycormischen Gestaltung innerhalb der Baumkrone lässt sich unter den *Pinus*-Arten bei der genannten *P. sylvestris* verhältnismässig leicht verfolgen. Der Vorgang besteht nämlich darin, dass Seitensprosse, die teilweise vor dem erwähnten Zeitpunkte bereits vorhanden sind, ebenso stark oder selbst stärker als die Hauptaxe wachsen, ein Umstand, der diese im Verzweigungssysteme mehr oder weniger zurücktreten lässt.

An diesen starken Ästen gehen nunmehr die basalen Seitenglieder zu Grunde, während in der ersten Periode die unteren Äste

je von der Spitze nach der Basis absterben. Die ersteren behalten daher natürlich ihre ursprünglich monopodiale Gliederung bei (vergl. Figur 11).

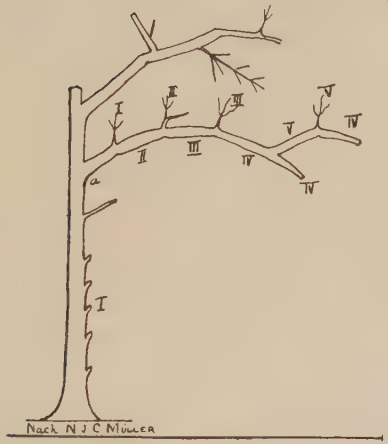


Fig. 12
Pinus sylvestris.
Verzweigung bei einem alten Exemplare nach der Auffassung von N. J. C. Müller.

Diese Vorgänge wiederholen sich in mehr oder minder vollkommener Weise an allen Seitengliedern, die das eigentliche Gerüst der Krone bilden. An denjenigen Trieben, die die Peripherie einnehmen, beobachtet man eine neue Erscheinung, die Bildung sympodialer Verzweigungs-Systeme. Es sterben die Spitzen der Triebe ab und es nehmen Seitenglieder die Wachstumsrichtung der Mutteraxe an und setzen dieselbe scheinbar fort. Es findet also hier ein Vorgang statt, wie er für die Ulmen, Linden und anderen Laubhölzer seit langer Zeit bekannt ist (Figur 13).

Bei den *Pinus*-Arten ist diese Thatsache von N. J. C. Müller zuerst beobachtet worden, und es hat dieser Autor den Schluss gezogen, dass die ganze Verzweigung dieser Pflanze auf solcher Sympodien-Bildung beruhe, und dass demnach die Zahl der Triebgenerationen konstant wäre und so viel betrüge, wie die Zahl der Jahreszuwachse weniger 1. Diese Angabe ist sicher unrichtig; Verzweigungs-Systeme der angegebenen Art werden wie erwähnt nur in höherem Alter des Baumes und an der Peripherie der Krone erzeugt; die jugendlichen Verzweigungs-Systeme dagegen, sowie die centralen der älteren Kronen sind stets monopodial (vergl. Figuren 12 und 13).

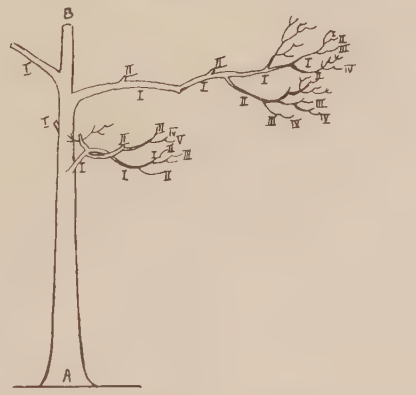


Fig. 13
Pinus sylvestris.
Verzweigung bei einem alten Exemplare (naturgemässe Auffassung).

Ein Blick auf die Kronengestalt solcher Formen wie *P. Laricio* var. *austriaca*, *P. Strobus* und *P. Cembra* lässt die Thatsache alsbald erkennen, dass die für *P. sylvestris* beschriebenen Wachstumsvorgänge innerhalb der Krone bei diesen Spezies einen ähnlichen Verlauf nehmen; nur bildet die Krone bei diesen Arten eine relativ grössere Proportion des Ganzen, als bei jener.

Bei *Pinus montana* indessen treffen wir eine Art der Kronengestaltung, welche sofort an die rein polycormischen Typen erinnert. Das dominierende Wachstum der Hauptaxe bei dieser Spezies hört frühzeitig vollständig auf, und sie wird von 5—6, manchmal noch mehr, starken Seitentrieben erster Ordnung vertreten, deren weitere Entwicklung nach den Wachstumsregeln fortschreitet, wie sie den *Pinus*-Arten eigen sind. Sie legen sich von Anfang an dem Boden an und streben nur mit ihren Enden bogenartig empor.

Wächst der Strauch in den Hochalpen an abschüssigen Stellen, so werden bekanntlich unter der Last des Schnees die Axen gleichförmig nach abwärts gebogen und behalten diese Richtung auch nach der Entfernung des Schnees bei, ein Umstand, der für das Habitusbild wohl in Betracht kommt.

Was die Gestalt solcher Bäume wie *P. halepensis*, *P. Pinea*, *P. Pinaster* anbelangt, so nehmen diese Formen ungefähr die Mitte zwischen denjenigen der erwähnten Berg- und der Zirbel-Kiefern ein.

Die Art der Kronenbildung beruht aber hier vermutlich mehr auf einem eigentümlichen von den typisch gestalteten Formen abweichenden Verzweigungsmodus, als auf sekundären Vorgängen, wie sie bei *P. sylvestris* vorkommen.

Hier ist eine bei den *Pinus*-Arten höchst selten auftretende Erscheinung, die Bildung von Zwischentrieben an den Jahrestrieben der Axen niedrigerer Ordnung, zu beobachten. Ferner weichen die genannten Formen, besonders *P. halepensis*, in der Entwickelung der End- und Seitenknospen vom Typus ebenfalls bedeutend ab.

Nach den Angaben von Hempel und Wilhelm[1]) sollen die erwähnten Wachstumsvorgänge folgenden Verlauf haben:

---

1) Hempel und Wilhelm, Die Bäume und Sträucher des Waldes. Absch. I „Die Nadelhölzer". Wien 1893.

„Die aus den Knospen hervorgehenden Langzweige wachsen anfangs vornehmlich in ihrem unteren Teile, welcher dann in seiner Entwicklung dem mittleren und oberen auffällig voraneilt, indem er sich streckt und ergrünt, während jene sich noch im Knospenzustande befinden.

Dieses untere, oft einige Centimeter lange Stück bildet in der Regel keine Kurztriebe, sondern ist nur mit bald abfallenden Knospenschuppen besetzt. Erst über den höher stehenden Schuppen erscheinen Kurztriebe.

Das Auswachsen zu einem neuen Triebe beginnt häufig bei der Endknospe der Langzweige früher als bei den neben dieser stehenden Seitenknospen. Dieselbe wächst dann über die Letzteren mehr oder minder rasch empor. Nur bei den schwächeren Langtrieben der Seestrandskiefer (*P. halepensis*) ist das jährliche Wachstum scharf begrenzt, indem es mit frühzeitiger Knospenbildung abschliesst und erst im nächsten Frühjahr wieder anhebt.

Kräftige Langzweige dagegen zeigen, wenigstens bei jüngeren Bäumen, eine durch den Sommer und Herbst bis in die Wintermonate fortgesetzte Entwicklung. Dieselbe geht jedoch nicht ununterbrochen vor sich, sondern zeigt gewisse Abschnitte. Der ersten, beträchtlichsten Streckung mit vorläufigem Knospenschlusse folgt ein neuerliches, bis in den Herbst dauerndes und erst im Winter zurückgehaltenes, doch minder kräftiges Austreiben. Zuweilen kann dieser zweite Trieb schon im Sommer eine Unterbrechung erleiden und dann noch im nämlichen Jahre ein dritter beginnen. Dieses wiederholte Austreiben betrifft oft nur die mittleren der am Ende des ersten Frühjahrstriebes angelegten Knospen, während die seitlichen sich erst im nächsten Jahre öffnen.

Hierauf beruht hauptsächlich das erwähnte Vorkommen von Zwischentrieben im mittleren Teile ausgewachsener Langtriebe.“

Es lässt sich gut begreifen, dass Vorgänge wie die eben angegebenen in der Folge bedeutenden Einfluss auf die Gestalt der Krone auszuüben vermögen. In welcher Weise aber in späteren Lebensperioden die Ausbildung der Krone vor sich geht, müssen wir den Ergebnissen zukünftiger Untersuchungen überlassen.

Der Habitus der *Cedrus*-Arten, namentlich wie er an den stattlichen, ungestört in ihrer Heimat aufgewachsenen, bis zu 2000 Jahren alten oder gar noch älteren Bäumen sich ausprägt, stellt ein

Bild dar, welches zu den auffallendsten gehört, die uns die Coniferen überhaupt gewähren. Betrachtet man die relativen Verhältnisse zwischen Stamm und Krone im erwachsenen Zustande, so gelangt man alsbald zum Schlusse, dass alle drei Arten (wenn sie in der That verschiedene Arten sind), *C. Atlantica*, *C. Libani* und *C. Deodora*, in die Kategorie der Zwischenformen gehören.

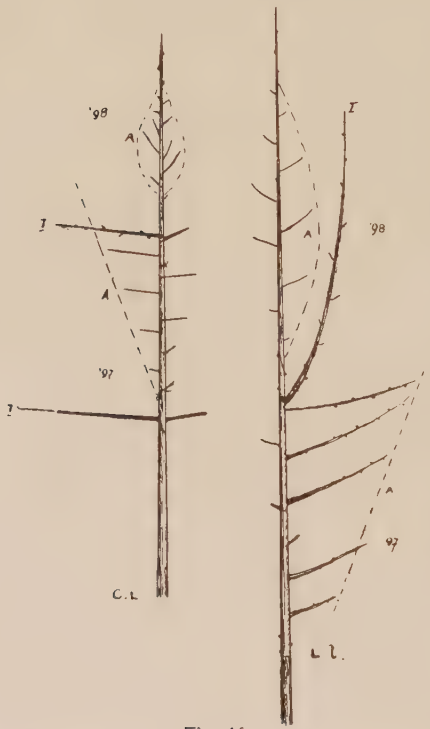


Fig. 14

Cedrus Libani (C.L.) und *Larix leptolepis* (L.l.) Zwischentriebe schematisch.

Von den Cedern, die sich gegenwärtig in den verschiedenen Ländern Europas befinden, ist es mit Rücksicht auf die Thatsache, dass sie bis jetzt nur einen kleinen Bruchteil ihres normalen Lebenslaufes hinter sich haben, [1]) natürlich schwer einen Begriff von der Art und Weise, wie sich die letzten Verzweigungen der Krone in ihrer Stellung zum Ganzen verhalten, zu bekommen. Was aber den Habitus in der Jugend und im mittleren Alter anbelangt, so lassen sich bekanntlich manche Ähnlichkeiten im Bau und in der Zweigordnung mit unserer *Larix europaea* wahrnehmen.

Bei *C. Libani* wächst das junge Pflänzchen zunächst nach einem streng monocormischen Gliederungsgesetz senkrecht in die Höhe. Die Hauptaxe entwickelt sich jedes Jahr aus einer, am Schluss des Wachstums des vorigen Jahres angelegten, mit Schuppen bedeckten Endknospe fort.

Die Bildung von Seitentrieben erster Ordnung geht in ähnlicher Weise wie bei *Larix europaea* vor sich, nur sind sie hier in geringerer Anzahl wie dort, gewöhnlich zu dreien, oder selbst einzeln vorhanden.

1) In England wurde das erste Exemplar (*C. Libani*) ungefähr im Jahre 1665 gepflanzt.

Die Anlage der Seitentriebe erster Ordnung bei jungen Exemplaren von *C. Libani* ist gewöhnlich mehr quirlförmig als bei den anderen *Cedrus*-Arten.

Alle neugebildeten Langtriebe bei *C. Libani* und *C. atlantica* sind mit einfachen, zugespitzten, ungefähr 2 cm langen, spiralförmig verteilten Nadeln bekleidet, welche eine längere Dauer besitzen, als diejenige der *Larix*-Arten, indem sie erst am Ende des zweiten Jahres abfallen. Die Nadellänge im unteren Teil der Triebe bei *C. Deodora* beträgt 4—5 cm, im oberen Teil etwa 3 cm.

Die Kurztriebe oder Stauchlinge [1]) erhalten bei allen *Cedrus*-Arten schon während der ersten Entwicklungsperiode ein Nadelbüschel, dessen Glieder aber nie so lang werden, wie die im folgenden Jahre entwickelten Nadeln.

Diejenigen Stauchlinge, welche den mittleren Teil der neugebildeten Haupt- und Seitenaxen erster Ordnung einnehmen, werden alsbald zu Sprossen entwickelt, deren Länge um so mehr zunimmt, je näher der betreffende Spross der Mitte der Mutteraxe liegt.

Die Figur, die man erhält, wenn man die Spitzen der sämtlichen Kurzsprosse des Jahrgangs durch eine Fläche verbunden denkt, stellt daher ungefähr die Form eines, sich ungleichmässig nach beiden Enden zuspitzenden Eies dar, welche Figur ebenfalls bei *Larix leptolepis* vorkommt. [2]) (Vergl. Figur 14.) Im folgenden Jahre verwandelt sich die beschriebene Fläche, infolge des stärkeren Wachstums der oberen Triebe, in die Form eines umgekehrten Kegels um, welche nun sowohl für die *Cedrus*- wie für die *Larix*-Arten ein gemeinsames Kennzeichen bildet.

Von den über und unter der erwähnten Figur stehenden Knospen wachsen im zweiten Jahre nur die oberen zu Zwischentrieben aus, die unteren bleiben immer kurz, bezw. zeigen sie das allgemeine Verhalten der Stauchlinge, indem sie ein neues Nadelbüschel erzeugen.

Der im Austreiben begriffene Haupttrieb bei *C. Libani* und *C. atlantica* stellt sich gewöhnlich nicht so straff in senkrechte Lage, als dies bei den *Larix*-Arten wahrzunehmen ist. Erst später nimmt er eine ausgesprochen vertikale Stellung an. Bei *C. Deodora*

1) Nach Wigands Terminologie.

2) Ausnahmsweise war im Jahre 1898 dieselbe Erscheinung bei *L. europaea* zu beobachten.

hängt bekanntlich der Gipfel des Haupttriebes, sowie auch die Enden der Seitenäste im Bogen über.

Das Längenwachstum der Seitentriebe geht zuerst sehr langsam vor sich und bleibt hinter demjenigen der Hauptaxe weit zurück, ja sie werden zuweilen an Länge von den ausgewachsenen Zwischentrieben übertroffen.

Mit zunehmendem Alter nimmt aber, wenn auch nicht an allen Seitenaxen erster Ordnung in gleichem Masse, das Längenwachstum relativ rasch zu, so zwar, dass die Krone selbst bei jungen Bäumen einen bedeutenden Umfang erreichen kann.

Zur Zeit der Culmination des Höhenwachstums der Hauptaxe, welche bei *C. Libani* relativ früh eintritt, wird ihre Stelle nach und nach durch eine Anzahl von Seitentrieben erster Ordnung vertreten, welche letztere den Grundbau der später umfangreichen Krone bilden.

Von jetzt an tritt in der weiteren Ausbildung der Baumform eine polycormische Gliederungsweise ein. Die genannten Seitentriebe zeigen ein ähnliches Verhalten wie die sekundären Hauptaxen rein polycormischer Formen, und zwar gleichen sie in ihrer Lage und relativen Ausdehnung denjenigen der *Taxus*-Arten.

Sie nehmen nunmehr eine annähernd senkrechte Stellung an und erzeugen in reichlichem Masse wagrechte Seitenaxen, welche durch fortgesetzte Verzweigung in horizontaler Ebene endlich die weit ausgebreiteten tafelförmigen Spross-Systeme herstellen, die den Habitus der Cedern sofort von fern erkennbar machen.

Die den inneren Teil der Krone einnehmenden Seitentriebe höherer Ordnung gehen wegen des dort mangelnden Lichtgenusses frühzeitig ein, während die nach aussen gelegenen zu einer um so kräftigeren Entwicklung gelangen. Aber auch an diesen treten mit zunehmendem Alter sekundäre Veränderungen in der Art der Sprossanordnung auf, die offenbar dem Mangel an Licht zuzuschreiben sind.

Diejenigen Glieder nämlich, die an der Unterseite der genannten Triebe stehen, sterben allmählich ab, und da die Lichtstärke an diesen Teilen der Seitentriebe mit der Zeit so gering wird, dass die Entwicklung neuer Sprosse nicht mehr möglich ist, nehmen die weit ausgedehnten Äste ihre charakteristische, abgeflachte einseitig benadelte Form, und damit der ganze Baum seinen eigentümlichen Habitus an.

Bei *Cedrus atlantica* behält die Hauptaxe längere Zeit ihre vorherrschende Bedeutung bei. *Cedrus Deodora*, in europäischen Ländern aufgewachsen, zeigt gewöhnlich einen mehr oder minder streng monocormischen Wachstumsmodus. Diese Spezies soll indessen nach Lawson [1]) in ihrer Heimat einen Habitus aufweisen, welcher mehr an den der *C. Libani* erinnert.

Fassen wir zum Schluss einige Ergebnisse unserer Arbeit kurz zusammen.

Wir haben die Coniferen eingeteilt in rein monocormische und in rein polycormische Formen, die durch eine grosse Anzahl von Zwischengliedern mit einander verbunden sind. Von jenen wurden hauptsächlich untersucht *Abies Nordmanniana*, *Araucaria imbricata* und *excelsa*, und *Agathis Moorei*. Von den polycormischen dient als hauptsächlichstes Beispiel *Biota orientalis* var. *elegantissima* und von den Mittelformen untersuchten wir *Pinus sylvestris* u. A.

Die Untersuchung selbst war wesentlich nur auf zwei Punkte gerichtet, auf die Längenverhältnisse der verschiedenen Sprossgenerationen im Systeme und auf den Winkel, den ein Glied mit seiner Mutteraxe und bei den ersten Sprossgenerationen mit dem Erdradius bildet.

Was den ersten Punkt, die Länge der einzelnen Glieder im Spross-Systeme angeht, so haben wir nachgewiesen, erstens, dass dieselbe im Verhältnis zur relativen Entfernung von der Spitze der Hauptaxe abnimmt; zweitens, dass der Unterschied in der Länge der einzelnen Glieder zweier aufeinander folgender Ordnungen um so geringer wird, je weiter der Ort derselben von der Hauptaxe entfernt ist.

Bei den rein polycormischen Formen gilt dieselbe Regel, nur mit dem Unterschied, dass hier die Länge der betreffenden Triebe mit ihrer relativen Entfernung von der Spitze jeder sekundären Hauptaxe geringer wird. [2])

Von der eben angegebenen Regel bilden jedoch die untersuchten *Araucaria*- und *Agathis*-Arten, die zwar auch rein monocormisch gestaltet sind, eine bemerkenswerte Ausnahme.

Die Untersuchung lehrt ferner, dass in Bezug auf die Fähig-

---

1) Lawson „Pinetum Britannicum".

2) Für das Nähere vergl. man die Verhältnisse, wie sie oben beschrieben sind.

keit eines Triebes zur Erzeugung von Tochtergebilden, die rein monocormischen Formen (*Abies*) und die rein polycormischen (*Biota*) entgegengesetztes Verhalten aufweisen. Bei jenen nimmt diese Fähigkeit, wenn wir von der Hauptaxe zu den folgenden Gliedern des Systems übergehen ab, bei diesen dagegen zu.

Um nun zu den Winkeln überzugehen, so haben wir ausser dem Knospenwinkel deren drei bestimmt: den Axen-, den Neigungs- und den geotropischen Winkel.

Wir fanden bei den rein monocormischen Formen, dass bei den Seitenaxen erster Ordnung der Axenwinkel bis zu einer gewissen Grenze zunimmt, vom Neigungswinkel aber gewöhnlich an Grösse übertroffen wird. Eine geringere Zunahme weist der geotropische Winkel auf.

Die Glieder zweiter und folgender Ordnungen verhalten sich hinsichtlich der Grösse der Axen- und Neigungs-Winkel zu den Sprossen erster Ordnung verschieden, auch fällt bei ihnen der geotropische Winkel weg.

Die rein polycormische Gestaltung hängt damit zusammen, dass die Hauptaxe, schon in jugendlichem Alter ihre vorherrschende Bedeutung verliert, ferner damit, dass die sekundären Hauptaxen stark geotropisch sind, doch zeigen sich in dieser Hinsicht mancherlei Verschiedenheiten, und davon hängt natürlich die grössere oder geringere Ausbildung der polycormischen Gestalt ab.

Bei den untersuchten Zwischenformen findet der Übergang vom rein monocormischen zum mehr oder minder rein polycormischen Wachstumsmodus erst zur Zeit der Culmination des Höhenwachstums der Hauptaxe statt; auch hier beobachtet man bei den einzelnen Arten mancherlei Verschiedenheiten.

Druckfehler-Berichtigung.

Seite 45 oben ist bei Länge der Nadeln mm statt cm zu lesen.

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Seitenspross-System von Abies Nordmanniana.

Photographie eines Schattenbildes nach der auf Seite 6 beschriebenen Methode ausgeführt.

Tafel II.

Kurven des Höhenwachstums verschiedener monocormischen Coniferen; nach Hartig, Weise, Schwappach, Baur und Lorey zusammengestellt.

Tafel III.

Agathis Moorei; Entwicklung eines neuen Axenteils nebst Seitengliedern.

a) An einem Seitentriebe I. Ordnung:

a′a′ Seitentrieb I. Ordnung,
b′b′ Triebe II. Ordnung,
s abfallende Niederblätter,
s′ Narben von abgefallenen Niederblättern,
g basaler Teil der Axe (vergl. S. 63).

Der ganze Spross ist um 90° gedreht.

b) An der Hauptaxe:

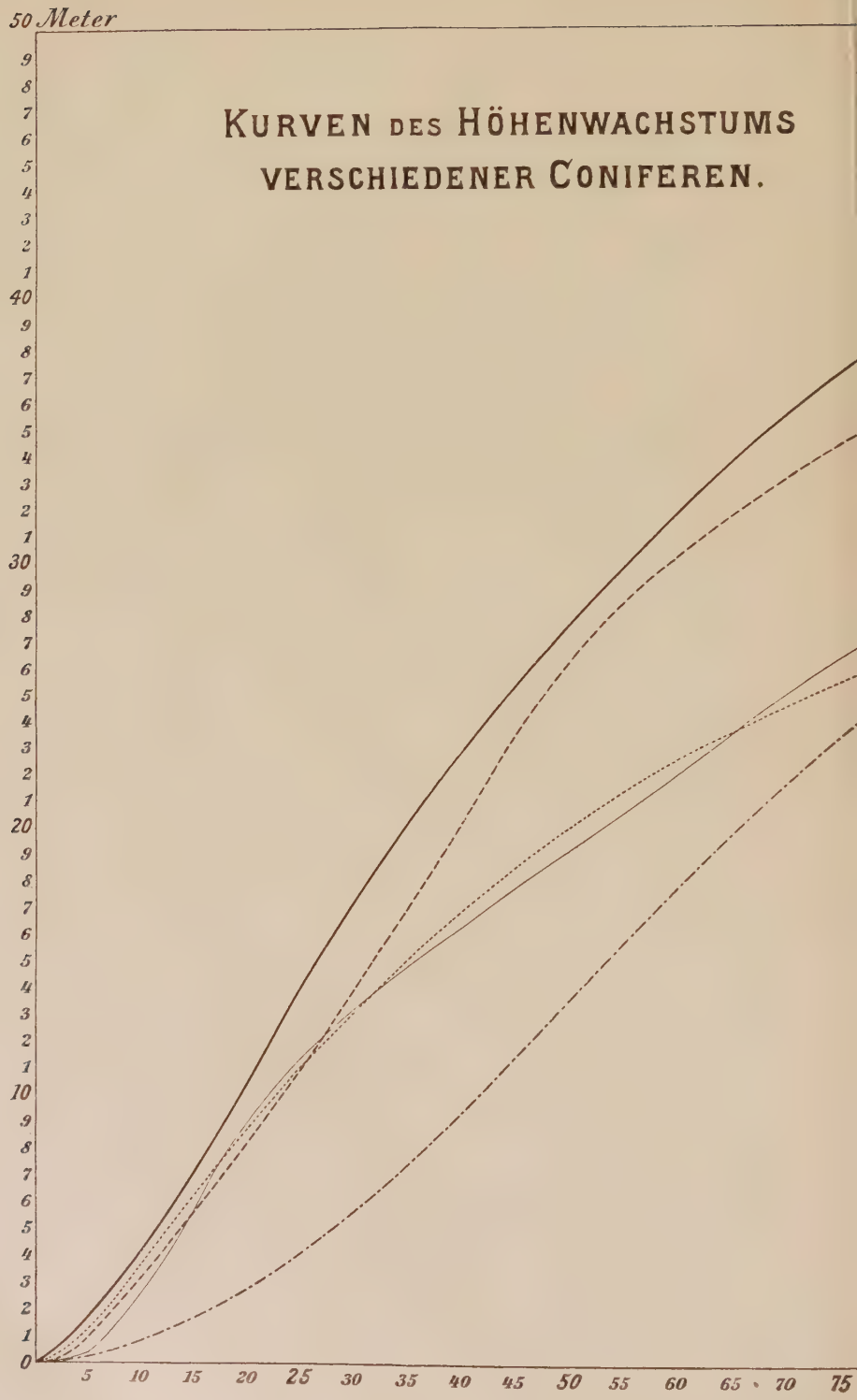
mm Hauptaxe,
nn Seitentriebe I. Ordnung,
s′ Narben abgefallener Niederblätter,
g basaler Teil der Axe.

c) Photographische Aufnahme von Agathis Moorei.

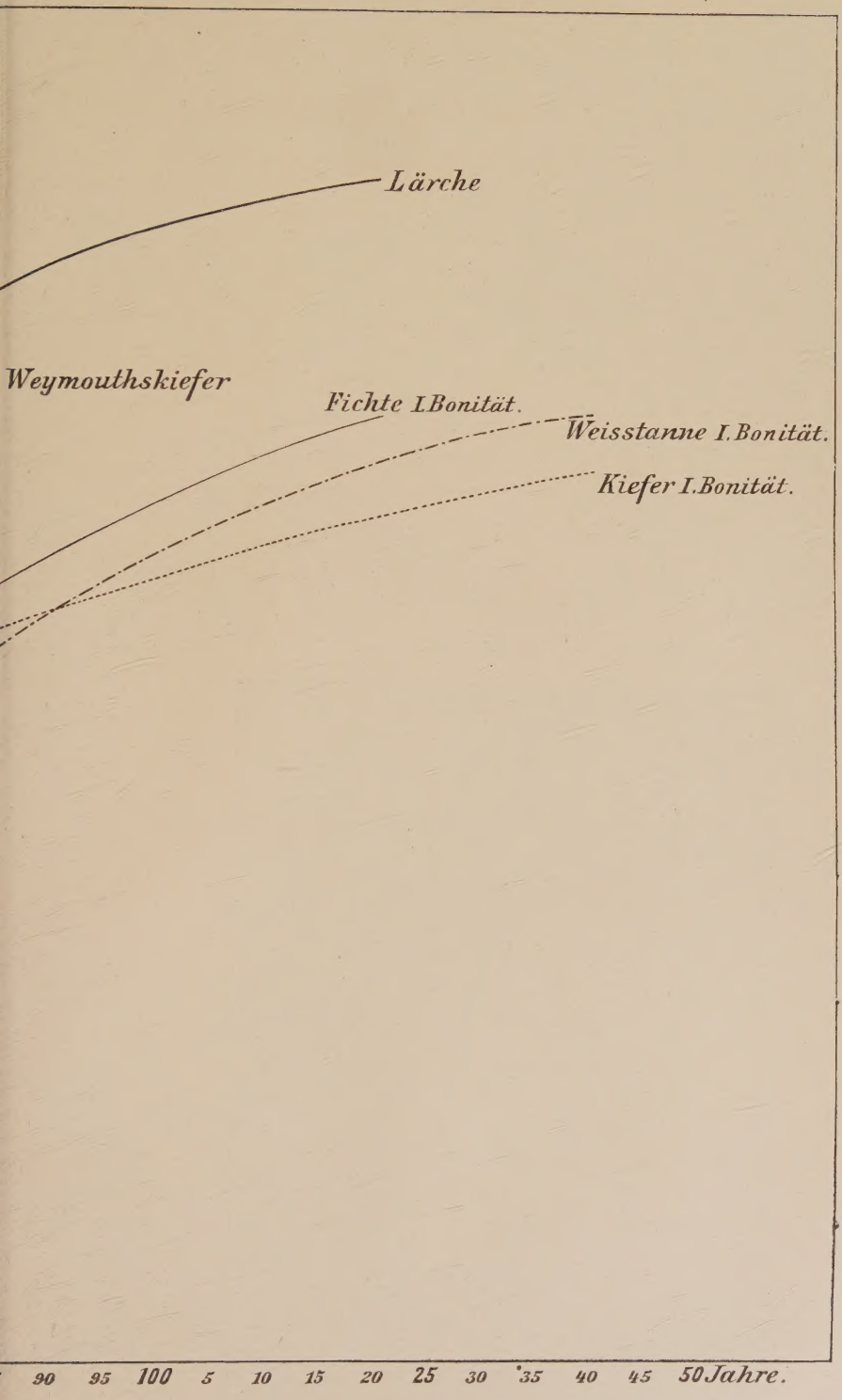
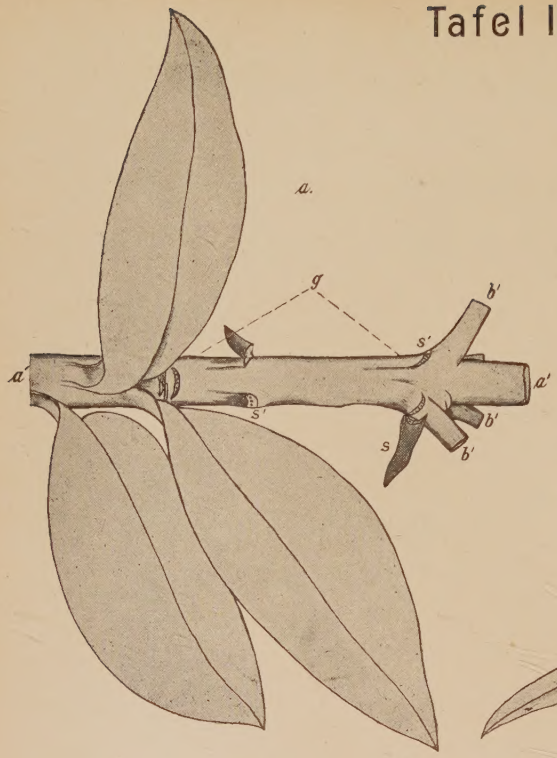
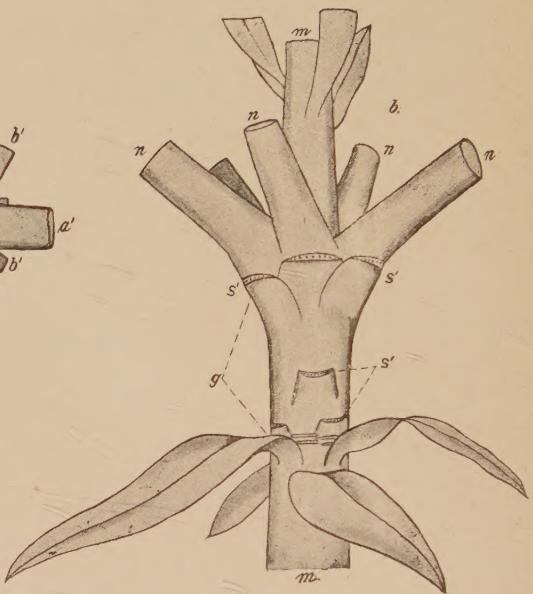
Das Objekt ist in eine schiefe Lage gebracht, um den Gipfel der Hauptaxe (G) deutlicher hervortreten zu lassen. Hier ist noch kein neuer Sprossansatz wahrzunehmen.

NN Neue Sprossansätze an den Seitentrieben I. Ordnung.

Tafel I.


KURVEN DES HÖHENWACHSTUMS
VERSCHIEDENER CONIFEREN.
50 Meter
40
30
20
10
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
70
75

I.


Lärche
Weymouthskiefer
Fichte I. Bonität.
Weisstanne I. Bonität.
Kiefer I. Bonität.
90 95 100 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 Jahre.

Tafel III.